



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

---

## **Soluções para Automação Residencial, Industrial e Controlo de Acessos**

Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia Eletrotécnica

Especialização em Automação e Comunicações em Sistemas de  
Energia

**Autor**

**Pedro Alexandre Travassos Paulino**

**Orientadores**

**António Luís Ferreira Marques**

Professor do Departamento de Engenharia Eletrotécnica

**Supervisor**

**Ana Teresa Varandas Pereira**

Supervisora e gerente na Empresa

Beax Portugal – Sistemas & Equipamentos Lda

**Coimbra, Dezembro, 2017**



## **AGRADECIMENTOS**

Foram várias as pessoas que me ajudaram e contribuíram para que fosse possível realizar este trabalho, aos quais quero expressar os meus agradecimentos.

Em primeiro lugar, quero agradecer aos meus pais e colegas de curso, pela motivação e apoio dado ao longo do estágio, sem eles não seria possível a motivação e a força que tive para a conclusão deste trabalho.

Ao meu orientador do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, professor António Luís Ferreira Marques, pelas reuniões feitas ao longo do ano e pela excelente orientação e esclarecimento de dúvidas ao longo do estágio

Agradeço também à minha orientadora na empresa BEAX Portugal, Ana Teresa Varandas Pereira, na qualidade de gerente, pelo apoio durante o estágio e fazendo questão de eu estar sempre presente no maior número de projetos da empresa.

Ao técnico da empresa, José António Carvalho, um grande agradecimento pela assistência e ajuda durante a minha aprendizagem em instalações e projetos da empresa, e a dúvidas técnicas relativas a automatismos e controlos de acesso instalados que surgiram ao longo do tempo de estágio.

Por fim ao excelentíssimo senhor Jorge Cunha, administrador da BFT Portugal, sendo a BEAX Portugal sua representante, pela entrevista inicial e me ter dado a possibilidade de estagiar nesta empresa.

**Obrigado a todos.**



## RESUMO

Este documento tem por objetivo descrever as atividades realizadas durante o período de estágio curricular do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, especialização em Automação e Comunicação em Sistemas de Energia, na empresa BEAX – Sistemas e Equipamentos, que me permitiu adquirir experiência prática no que diz respeito à instalação e reparação dos equipamentos da BEAX.

A participação em formações iniciais disponibilizadas pelos parceiros da BEAX, nomeadamente a BFT Portugal, onde foi possível aprender a forma correta de proceder a uma instalação ou reparação dos automatismos vendidos pela BEAX, e ficar a conhecer de forma técnica e comercial uma vasta gama de soluções para Automação Residencial, Industrial e Controlo de Acessos Pedonais e para Viaturas.

A presença de automatismos e controlos de acesso veio facilitar, e mudar a nossa vida nos hábitos quotidianos. Estes estão presentes em exemplos como portões de correr automáticos em habitações, em barreiras automáticas em parques de estacionamento para controlo de viaturas, em portas automáticas na entrada de um centro comercial, em inúmeras aplicações possíveis.

Os automatismos são dispositivos que permitem que um ou mais sistemas funcionem de maneira autónoma, ou seja, sem controlo humano. Sendo, por norma, a intervenção do automatismo controlado de maneira a este ser reduzido ao mínimo esforço e por consequente ter um mínimo desgaste possível.

Sendo um automatismo um sistema com um elevado grau de complexidade, é construído de maneira a este ter o mínimo esforço possível e simplificar consideravelmente o trabalho do mesmo, libertando-o de tarefas pesadas ou indesejadas. O automatismo deve ser construído de maneira a economizar energia e ter elevados critérios de segurança.

Foram realizadas montagens e procedimentos de instalação de cada automatismo, com a devida descrição para cada modelo e as corretas ligações e configurações antes de estar apto a funcionar em pleno. Procedeu-se à captação de imagens retiradas durante o período de estágio para uma melhor compreensão destes sistemas, e foram apresentadas justificações de qual o melhor automatismo para cada caso e referido algumas notas técnicas e enquadramento teórico quando se achou relevante.

A realização do relatório de estágio curricular e as horas de experiência prática na empresa tiveram por objetivo ficar preparado para instalar automatismos residenciais e industriais, e controlos de acesso. Ser capaz de identificar e reparar avarias técnicas, proceder a sua manutenção quando necessária, fazer a devida configuração e programação nas unidades de controlo para a máquina funcionar em plenas condições e ser capaz de aconselhar, perante o cliente, qual a solução de automatização mais indicado para cada caso.

**Palavras-Chave:** Automatização Residencial, Automatização Industrial, Centrais de controlo, Controlo de Acessos Pedonais, Controlo de Acessos para Viaturas, Sistemas de Segurança, Sistemas Automáticos, Tecnologias de Segurança.

## ABSTRACT

*This document aims to describe the activities carried out during the internship period of the Master in Electrotechnical Engineering, specialization in Automation and Communication in Energy Systems, in the company BEAX - Systems and Equipment, which allowed me to gain practical experience with regard to the installation and repair of BEAX equipment.*

*Participation in initial training provided by BEAX partners, namely BFT Portugal, where it was possible to learn the correct way to proceed with an installation or repair of the automata sold by BEAX, and to get to know in a technical and commercial way a wide range of solutions for Residential, Industrial Automation and Foot and Vehicle Access Control.*

*The presence of automatisms and access controls facilitated, and changed our lives in our daily habits. These are present in examples such as automatic sliding gates in dwellings, in automatic barriers in parking lots for vehicle control, in automatic doors at the entrance of a shopping center, in numerous possible applications.*

*Automations are devices that allow one or more systems to operate autonomously, that is, without human control. As a rule, the intervention of the operator is controlled in such a way that it is reduced to the minimum effort and therefore to have the least possible wear.*

*Being an automatism a system with a high degree of construction, it is constructed in such a way that it has the minimum possible effort and considerably simplifies the work of the same, releasing it from heavy or unwanted tasks. The automation system must be constructed in such a way as to save energy and have high safety standards.*

*Assembly and installation procedures were performed for each automation, with the proper description for each model and the correct connections and configurations before being able to work in full. The images collected during the internship period were captured for a better understanding of these systems, and justifications were presented for the best automatism for each case and referred to some technical notes and theoretical framework when it was found relevant.*

*The accomplishment of the report of curricular internship and the hours of practical experience in the company had the objective to be prepared to install residential and industrial automatisms, and access controls. To be able to identify and repair technical faults, to maintain them when necessary, to make the proper configuration and programming in the control units for the machine to operate in full conditions and to be able to advise the customer on the most indicated automation solution for each case.*

**Keywords:** *Residential Automation, Industrial Automation, Control Centers, Pedestrian Access Control, Access Control for Vehicles, Security Systems, Automatic Systems, Security Technologies.*



**ÍNDICE**

AGRADECIMENTOS .....	i
RESUMO .....	iii
ABSTRACT .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE TABELAS .....	xvii
ABREVIATURAS .....	xix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos Propostos .....	1
1.2. Estrutura do Relatório .....	2
1.3. Equipa de trabalho .....	3
1.4. Tarefas Desempenhadas .....	3
2. Enquadramento teórico.....	5
2.1. Conceção de um Automatismo .....	5
2.1.1. Estrutura de um Automatismo .....	5
2.1.2. Implementação de um Automatismo .....	6
2.1.3. Opções Tecnológicas .....	6
2.1.4. Estrutura de um Automatismo .....	7
2.1.4.1. Entradas e Saídas .....	8
2.1.4.2. CPU .....	12
2.1.4.3. Fonte de Alimentação .....	13
2.1.4.4. Consola de Programação .....	13
2.2. Características de Motores Eléctricos.....	14
2.2.1. Funcionamento .....	14
2.2.2. Tipos de Motor .....	15
2.2.2.1. Motores de Corrente Alternada .....	15
2.2.2.2. Motores de Corrente Contínua .....	18

2.2.3.	Condensadores de Arranque.....	21
2.2.4.	Arranque em Estrela-Triângulo.....	22
2.2.5.	Motor Redutor .....	23
2.2.6.	Proteção dos Motores .....	27
2.2.6.1.	Tipos de Falhas .....	27
2.2.6.2.	Condições de Anomalias Impostas pela Carga Acionada .....	28
2.2.6.3.	Distúrbios no Sistema de Alimentação.....	29
2.2.6.4.	Falhas Internas no Motor .....	29
2.2.6.5.	Dispositivos para Proteção de Motores Elétricos .....	29
2.2.7.	Classe de Isolamento .....	31
2.2.7.1.	Material Isolador.....	31
2.2.7.2.	Sistema Isolador .....	31
2.2.7.3.	Classes Térmicas .....	32
2.2.8.	Grau de Proteção .....	32
2.2.9.	<i>Encoders</i> Rotativos de Motores Elétricos .....	34
2.3.	Componentes em Unidades de Controlo .....	36
2.3.1.	Placa de Circuito Impresso.....	36
2.3.2.	Fusíveis.....	37
2.3.2.1.	Tipos de Fusíveis .....	37
2.3.3.	Transformador .....	38
2.3.4.	Varistor.....	39
2.3.5.	Circuito retificador com filtragem e estabilização .....	40
2.3.5.1.	Retificador de Meia-Onda .....	41
2.3.5.2.	Retificador de Onda Completa em Ponte .....	42
2.3.6.	Relé Eletromecânico .....	42
2.3.6.1.	Composição de um Relé Eletromecânico .....	43
2.3.6.2.	Princípio de Funcionamento .....	43

2.3.7.	Condensador.....	44
2.3.7.1.	Propriedades da capacidade.....	44
2.3.7.2.	Associação de Condensadores.....	45
2.3.8.	Díodo.....	45
2.3.9.	Transístor.....	46
2.3.9.1.	Funcionamento de um Transístor .....	47
2.3.10.	Tirístor .....	47
2.3.10.1.	SCR.....	48
2.3.10.2.	TRIAC .....	48
2.3.11.	Potenciómetro.....	49
2.3.12.	<i>Dip Switch</i> .....	50
2.3.13.	Circuito Integrado.....	51
2.3.14.	Condutores e Cabos Elétricos.....	51
2.3.14.1.	Alma Condutora .....	51
2.3.14.2.	Cabo Isolado .....	52
2.3.14.3.	Cabo de pares de cobre (UTP).....	52
2.3.14.4.	Cabo Coaxial .....	52
2.3.14.5.	Secção de Condutores.....	53
2.3.15.	Sistema <i>Rolling Code</i> .....	54
3.	Automatismos Residenciais, Industriais e Controlos de Acessos .....	57
3.1.	Descrição dos Automatismos e Controlos de Acessos.....	57
3.2.	Automatismos de uso Residencial para Portões de Correr.....	63
3.3.	Automatismos de uso Industrial para Portões de Correr .....	68
3.4.	Automatismos de uso Residencial para Portões de Batente .....	73
3.5.	Automatismos de uso Residencial/Industrial para Portões de Teto .....	77
3.6.	Controlos de Acesso- Portas Automáticas .....	79
3.7.	Controlos de Acesso-Barreiras Automáticas.....	81

3.8. Acessórios.....	84
3.8.1.1. Clonix .....	84
3.8.1.2. CPEM .....	85
3.8.1.3. DESME-Fotocélulas.....	86
3.8.1.4. EBP-Fechadura Elétrica .....	88
3.8.1.5. Kit Baterias e placa SBS .....	89
3.8.1.6. <i>Radius</i> -Sinalizador luminoso .....	90
4. Aplicação prática do estudo e instalação dos equipamentos .....	93
4.1. Segurança Geral para a instalação de Automatismos .....	93
4.2. Ligações.....	96
4.3. Instalação e configuração de automatismos para portões de correr .....	97
4.3.1. Disposição dos tubos e cabos elétricos .....	98
4.3.2. Fixação da base do motor .....	100
4.3.3. Montagem da cremalheira e centragem em relação ao pinhão .....	101
4.3.4. Fixação de braçadeiras de final de curso e batentes do portão. ....	102
4.3.5. Ligação da alimentação à unidade de controlo do motor .....	102
4.3.6. Regulação de binário para modelos AC.....	103
4.3.7. Controlo do sentido de movimento.....	103
4.3.8. Ligação das placas de bornes .....	104
4.4. Instalação e configuração de automatismos para portões de batente .....	109
4.4.1. Disposição da tubagem, cabos elétricos e escolha do automatismo .....	109
4.4.2. Esquema de instalação .....	110
4.4.3. Cabo de alimentação .....	112
4.4.4. Fixação do motor e batentes .....	112
4.4.5. Regulação de fins de curso .....	113
4.4.6. Ligação das placas de bornes .....	114
4.5. Instalação e configuração de automatismos para portões de teto .....	116

4.5.1.	Instalação e montagem.....	117
4.5.2.	Desbloqueio manual .....	118
4.5.3.	Ligação das placas de bornes .....	119
4.6.	Instalação e configuração de automatismos para portas automáticas.....	120
4.6.1.	Disposição das tubagens e cabos elétricos.....	121
4.6.2.	Ligação das placas de bornes .....	122
4.7.	Instalação e configuração de automatismos para controlos de acesso .....	123
4.7.1.	Disposição das tubagens e cabos elétricos.....	124
4.7.2.	Fixação da base .....	125
4.7.3.	Posição da mola e regulação de fins de curso .....	125
4.7.4.	Função <i>Master Slave</i> .....	126
4.7.5.	Instalação de <i>Loop</i> de massas metálicas .....	127
4.7.6.	Ligação das placas de bornes .....	127
4.8.	Instalação e configuração de Fotocélulas .....	128
4.9.	Instalação e configuração dispositivos para linha de comandos .....	132
4.10.	Instalação e configuração de baterias em automatismos DC.....	133
4.11.	Configuração e reconhecimento de comandos de radiofrequência.....	134
4.12.	Programação da unidade de controlo .....	135
4.13.	<i>AutoSet</i> .....	139
5.	Conclusões.....	141
	Referências .....	143



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Diagrama de blocos de um autómato [1] .....	5
Figura 2- Blocos de implementação de um Automatismo [2] .....	6
Figura 3- Esquema de ligação Relé-CPU [2] .....	8
Figura 4- Esquema ligação transístor-CPU [2].....	9
Figura 5- Acoplador ótico 4N35 [3] .....	10
Figura 6- Saída CPU-Relé [2] .....	10
Figura 7- Saída CPU-Relés [2].....	11
Figura 8- Ligações relé em AC ou DC [2] .....	11
Figura 9- Ligação CPU-Foto transístor [2].....	12
Figura 10- Saída CPU-FotoTriac [2] .....	12
Figura 11- Motor elétrico [5].....	15
Figura 12-Motor corrente contínua [6] .....	19
Figura 13-Tipos de alimentação em motores DC [7] .....	21
Figura 14-Engrenagens retas [10].....	24
Figura 15-Engrenagens Cónicas [11] .....	24
Figura 16-Engrenagens helicoidais [12].....	25
Figura 17-Engrenagens Hipóides [13].....	25
Figura 18-Engrenagem Cremalheira [14].....	25
Figura 19-Engrenagem parafuso de rosca sem fim [15] .....	26
Figura 20-Estrutura de um Transformador [27] .....	39
Figura 21-Curva da tensão vs. corrente de um varistor [30] .....	40
Figura 22-Esquema de blocos de sistema retificador [31] .....	41
Figura 23-Retificador de meia-onda e sinal de saída [33].....	42
Figura 24-Esquema retificador onda completa em ponte [33] .....	42
Figura 25-Composição de um Relé [35].....	43
Figura 26-Díodo [39].....	46
Figura 27- Transístor BJT [41] .....	47
Figura 28-Tiristor SCR [42] .....	48
Figura 29-TRIAC [43].....	49
Figura 30-Potenciómetro variável [45] .....	49
Figura 31-Comportamento de diversos potenciómetros [45] .....	50
Figura 32-DIP Swich [46] .....	50

Figura 33-Cabos Isolados multipolar [50].....	52
Figura 34-Deimos AC 600 e ALPHA SD (Adaptado).....	63
Figura 35-Esquema controlador ALPHA SD(Adaptado) [53].....	65
Figura 36-Deimos Ultra BT e Hamal(Adaptado).....	66
Figura 37-Esquema controlador Hamal [56].....	68
Figura 38-Modelo Icaro e respetiva unidade de controlo(Adaptado).....	69
Figura 39-Modelo SP3500 e respetiva unidade de controlo(Adaptado).....	69
Figura 40-Esquema controlador LEO(Adaptado) [58].....	71
Figura 41-Esquema controlador SIRIO TEL (Adaptado) [60].....	72
Figura 42-Automatismos PHOBOS BT e respetivamente unidade de controlo(Adaptado) .....	74
Figura 43--Automatismos KUSTOS BT e respetivamente unidade de controlo(Adaptado) .....	74
Figura 44-Esquema Controlar ALTAIR-P (Adaptado) [63].....	76
Figura 45-Esquema controlador LIBRA (Adaptado) [64].....	76
Figura 46-Automatismo ARGO, EOS e respetivo controlador (Adaptado).....	77
Figura 47-Esquema Controlador VENERE [65].....	79
Figura 48-Esquema de Ligações Automatismo VISTA SL [67].....	80
Figura 49-Ligações da controlador VISTA SL [67].....	80
Figura 50-Automatismo VISTA SL.....	81
Figura 51-Barreira Automática.....	82
Figura 52-Esquema Controlada Alpha Bom (Adaptado) [68].....	83
Figura 53-Esquema Controlador Libra C GS [69].....	83
Figura 54-Características Recetor/Emissor [70].....	85
Figura 55-Caixa Estanque CPEM [71].....	86
Figura 56-Características e esquema DESME [72].....	87
Figura 57-Fotocélula DESME.....	87
Figura 58-EBP-Fechadura Elétrica.....	88
Figura 59-Esquema de ligações Placa SBS [74].....	90
Figura 60-Esquema de Ligações Radius [75].....	91
Figura 61-Constituintes Automatismo portões de correr [54].....	98
Figura 62-Disposição de tubos operadores monofásicos [57].....	100
Figura 63-Disposição de tubos operadores trifásicos [59].....	100
Figura 64-Disposição fixação do motor [54].....	101



Figura 65-Centralização da cremalheira ao pinhão [54] .....	101
Figura 66-Fixação braçadeira final de curso [57].....	102
Figura 67-Regulação de binário AC [52] .....	103
Figura 68-Sentido e ligações Final de curso (Adaptado) [55].....	104
Figura 69-Descrição ligações bornes ALPHA SD [53] .....	105
Figura 70-Descrição ligações bornes HAMAL [56] .....	106
Figura 71-Descrição ligações bornes LEO [58] .....	107
Figura 72-Descrição ligações bornes SIRIO TEL [59] .....	108
Figura 73-Operador Kustos [62] .....	109
Figura 74-Comprimento máximo/Peso da folha [61] [62] .....	109
Figura 75-Instalação típica automatismo portões batente [61].....	110
Figura 76-Esquema de ângulo de abertura [62].....	111
Figura 77-Ligações motor AC [61] .....	112
Figura 78-Ligações motor DC [62] .....	112
Figura 79-Máxima inclinação recomendada [62].....	113
Figura 80-Abertura correta motor de batente [62].....	113
Figura 81-Regulação fins de curso para modelos BT [62].....	114
Figura 82-Descrição bornes ALTAIR [63] .....	115
Figura 83-Descrição bornes LIBRA [64] .....	116
Figura 84-Automatismo EOS/BOTTICELLI [65] .....	116
Figura 85-Instalação automatismo portões de teto [65] .....	117
Figura 86-Fixação e disposição cabos elétricos (Adaptado) [66].....	118
Figura 87-Desbloqueio manual portões de teto [66] [65].....	119
Figura 88-Descrição bornes automatismos portões de teto [65] .....	119
Figura 89-Esquema Vista SL [67] .....	120
Figura 90-Disposição cabos elétricos VISTA SL [67].....	122
Figura 91-Disposição elétrica controlo de acesso [69].....	124
Figura 92-Base de fixação metálica barreira (Adaptado) [69] .....	125
Figura 93-Fim de curso e mola de barreira (Adaptado) .....	126
Figura 94-Função Master Slave GIOTTO (Adaptado) [69].....	126
Figura 95-Instalação de loop (Adaptado) .....	127
Figura 96-Descrição Bornes MOOVI [68].....	128
Figura 97-Descrição Bornes GIOTTO [69].....	128
Figura 98-Acessório de fixação ao chão de Fotocélula.....	129

Figura 99-Cabo ACN 6 condutores .....	129
Figura 100-Dois modelos existentes fotocélulas BFT [72] .....	130
Figura 101-Esquema Fotocélula emissora (Adaptado) .....	131
Figura 102-Esquema Fotocélula recetora (Adaptado) .....	131
Figura 103-Esquema de ligações completo fotocélulas [72] .....	132
Figura 104-Dispositivos acionamento linha de comandos (Adaptado) .....	133
Figura 105-Sistema de baterias ligado ao controlador .....	134
Figura 106-Transmissor e recetor Rolling Code (Adaptado) .....	135
Figura 107-Controlador de DEIMOS AC e PHOBOS BT (Adaptado) .....	136

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Equipa de trabalho.....	3
Tabela 2- Classes térmicas [19].....	32
Tabela 3-Grau de proteção contra penetração de corpos sólidos [19].....	33
Tabela 4-Grau de proteção contra penetração de água no motor [19].....	33
Tabela 5- Graus de Proteção [19] .....	34
Tabela 6-Secções mínima de condutores para habitação [51].....	53
Tabela 7-Teste de amperagem condutores PVC [51] .....	54
Tabela 8-Características Deimos AC A 600 [52] .....	64
Tabela 9-Characterísticas Modelos BT A [54].....	66
Tabela 10-Characterísticas Modelos Ultra BT [55] .....	67
Tabela 11-Characterísticas ICARO [57] .....	70
Tabela 12-Characterísticas SP3500 [59] .....	71
Tabela 13-Characterísticas PHOBOS/KUSTOS [61] [62].....	75
Tabela 14-Characterísticas Modelos Portões de teto [65] [66].....	78
Tabela 15-Characterísticas modelos GIOTTO & MOOVI [68] [69] .....	82
Tabela 16-Characterísticas EBP's [73].....	89
Tabela 17-Characterísticas Baterias [74].....	90
Tabela 18-Characterísticas Radius [75].....	91
Tabela 19-Relação a/b ângulo de abertura .....	111
Tabela 20-Bornes Vista SL .....	123
Tabela 21-Ativação lógica 3 ou 4 passos .....	138



**ABREVIATURAS**

AC	<i>Alternate Current</i>
BLDC	<i>Brushless DC</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
DC	<i>Direct Current</i>
Hz	<i>Hertz</i>
IEC	<i>International Electrical Comission</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronic Enginners</i>
IP	<i>Ingress Protection</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
MOSFET	<i>Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor</i>
Nm	<i>Newton-metro</i>
NO	<i>Normally open</i>
NC	<i>Normally close</i>
PCI	<i>Placa de Circuito Impresso</i>
RPM	<i>Revolutions per minute</i>
R.T.I.B.T	<i>Regras Técnicas de Instalações em Baixa Tensão</i>
SCR	<i>Silicon Controlled Rectifier</i>
TRIAC	<i>Triode for Alternating Current</i>



# 1. INTRODUÇÃO

O Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, especialização em Automação e Comunicação em Sistemas de Energia, no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra tem no primeiro ano um conjunto de dez unidades curriculares, o segundo integra uma unidade curricular no primeiro semestre e um estágio/tese/dissertação para a conclusão do curso.

O presente relatório encaixa-se no âmbito da vertente de estágio curricular, tendo sido realizado na empresa Beax Portugal.

A empresa atua principalmente a nível regional, a partir das suas instalações em Coimbra, na comercialização, instalação e manutenção de Sistemas e Equipamentos Eletrónicos de Acessibilidade, Segurança e Tecnologias de Informação e Comunicação.

É uma empresa jovem, com conhecimento apurado do mercado, procura destacar-se no mercado local com um serviço profissional de qualidade e centrado na satisfação do cliente garantindo um aconselhamento sério na satisfação prática das suas necessidades tecnológicas.

Trabalhando com os melhores fornecedores nacionais e internacionais e as marcas de maior prestígio, garantindo que os produtos e equipamento tenham a maior qualidade e fiabilidade, assegurando assim os elevados padrões de exigência dos clientes. No âmbito das parcerias destaca-se a BFT Portugal, multinacional que se destaca na comercialização de Automatismos e Sistemas de Controlo de Acessos.

## 1.1. Objetivos Propostos

O presente estágio curricular tem como objetivo aprofundar e consolidar os conhecimentos adquiridos a nível de formação académica, não só a nível de mestrado, mas como desde o início da minha formação em Engenharia Eletrotécnica, sendo um estágio muito técnico e prático. Foi feito um estudo do tipo de motores e controladores usados para diferentes automatismos, a descrição detalhada dos vários componentes do mesmo e o seu propósito.

Assim sendo, algumas das realizações que se destacaram durante o estágio curricular foram a instalação de automatismos residenciais, industriais e controlos de acesso, a sua

reparação e manutenção quando necessária, o acompanhamento e assistência ao técnico em instalações e reparações de equipamentos, formações na BFT Portugal sobre os produtos da empresa, estudo e criação de pequenas maquetes de alguns dos produtos disponíveis para venda e demonstração a possíveis clientes e assistência e registo de obras/projetos concluídos durante o estágio.

## 1.2. Estrutura do Relatório

Este relatório encontra-se dividido em 5 capítulos. No presente capítulo é apresentado uma introdução onde é apresentada uma breve descrição da empresa e o que faz, os objetivos propostos na empresa durante o estágio curricular, a estrutura do relatório, a equipa de trabalho e tarefas desempenhadas.

No segundo capítulo é mostrado um enquadramento teórico para melhor compreensão deste tipo de automatismos, como por exemplo os tipos de motores elétricos existentes e o seu funcionamento, a importância dos condensadores de arranque nos motores de corrente alternada, o arranque estrela-triângulo em motores trifásicos, os constituintes de um motor redutor, o grau de proteção de um motor, os tipos de *enconders* (codificadores) que podem ser utilizados. Também em relação aos controladores deste tipo de automatismos, foi falado de conceitos teóricos sobre o tipo de componentes que possam ter e o tipo de cabos elétricos numa instalação deste género.

No terceiro capítulo é feita uma descrição detalhada do tipo de automatismos residenciais e industriais usados durante o período de estágio, nomeadamente automatismos eletromecânicos para portões de correr, portões de batente, e para portões de garagem seccionados ou basculantes. O tipo de unidade de controlo usado em cada um, os seus acessórios e tipo de motores usados. Ainda dentro deste capítulo foi feito uma análise aos automatismos de controlo de acessos pedonais e viaturas onde será descrito os automatismos para portas de vidro automáticas e barreiras rodoviárias.

No quarto capítulo é referida a instalação e a montagem destes tipos de automatismos e respetivos acessórios, onde se mostra as devidas ligações e a sua correta configuração para o seu funcionamento. Também foi justificado qual o melhor automatismo para cada caso e algumas notas técnicas que se acharam relevantes para uma melhor compreensão destes sistemas.



No último capítulo deste relatório é apresentada uma conclusão do trabalho, onde foi referido as conclusões retiradas de cada automatismo instalado, as ligações corretas a fazer e a importância da sua configuração. Referiu-se também o futuro deste tipo de automatismo e das suas unidades de controlo tendo em conta que existem motores de corrente alternada e contínua na sua integração atualmente.

Segue-se a bibliografia, a qual contém uma listagem de referências bibliográficas utilizadas como fundamento de pesquisa para a realização desde estágio.

### 1.3. Equipa de trabalho

A tabela 1 apresenta os elementos constituintes da equipa de trabalho na empresa BEAX. Para além do estagiário, a equipa é composta pelo orientador do DEE/ISEC e pelos orientadores da BEAX.

*Tabela 1- Equipa de trabalho*

Nome	Função
<i>Professor Luís Marques</i>	Orientador DEE/ISEC
<i>Ana Teresa Pereira</i>	Orientadora BEAX
<i>José Carvalho</i>	Técnico BEAX
<i>Pedro Paulino</i>	Estagiário

### 1.4. Tarefas Desempenhadas

Importa referir que sempre procurei desempenhar todas as tarefas e funções na empresa da melhor maneira possível, de acordo com os meios e serviços que me foram disponibilizados. Penso ter efetuado todo o tipo de tarefas da melhor forma possível. Disponibilizei-me a efetuar todo o tipo de serviços mesmo fora das áreas propostas no plano de estágio, pois considero que todos os trabalhos que tive foram úteis para o meu crescimento para o mercado de trabalho e uma aprendizagem. Algumas das tarefas que tive incluíram:

- Compra e contagem de inventário
- Trabalho de soldadura e serralharia
- Controlo de Orçamentação
- Entrega e recebimentos de encomendas
- Medições e estudo de obras

- Montagem e reparação de equipamentos

## 2. Enquadramento teórico

### 2.1. Conceção de um Automatismo

#### 2.1.1. Estrutura de um Automatismo

De uma forma resumida podemos dividir um automatismo em 3 partes: entradas, saídas e lógica.

Na entrada encontram-se todos os dispositivos que recebem informações do sistema a controlar, que são geralmente sensores, tais como fotocélulas, botoneiras, comutadores e fins de curso.

Nas saídas encontram-se todos os dispositivos atuadores e sinalizadores, tais como, motores, válvulas, lâmpadas, *displays*.

Por fim na lógica encontra-se todas as informações que vão ser processadas para atuar os blocos de saídas em função dos dados recebidos dos blocos de entradas. Este bloco define as características do funcionamento do automatismo, pode ser constituído, por exemplo, por relés, contadores, temporizadores, módulos eletrónicos, eletrónica programada e microcontroladores.

Pode-se ainda definir como parte de controlo de conjunto de blocos de entrada e de lógica, na figura seguinte mostra uma figura ilustrativa do modo de funcionamento de um automatismo.

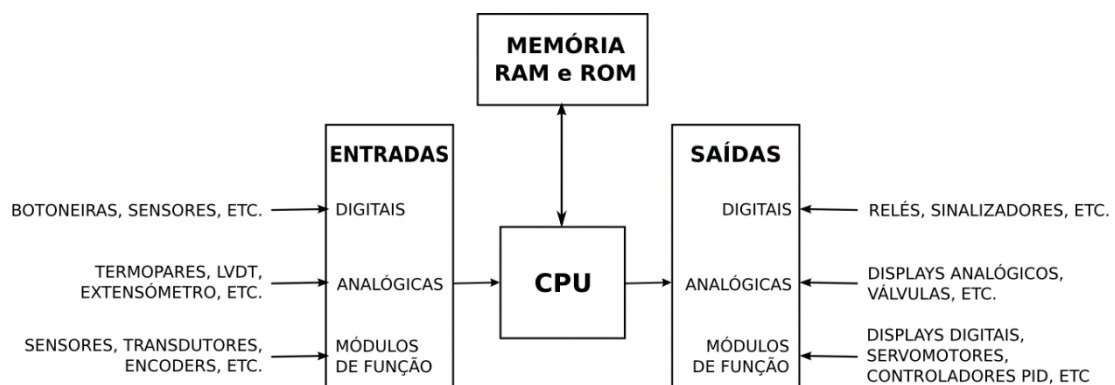


Figura 1- Diagrama de blocos de um autómato [1]

### 2.1.2. Implementação de um Automatismo

Para a construção de um automatismo deve iniciar-se pela especificação do mesmo a três níveis:

#### Especificações funcionais

Pretende-se com estas especificações, detalhar todo o funcionamento do sistema a automatizar. Neste patamar deve pormenorizar-se toda a lógica que vai permitir a correta exploração do sistema.

#### Especificações tecnológicas

Nestas especificações descreve-se o ambiente em que o sistema vai operar, assim como as características que os equipamentos a integrar deverão possuir, de forma a permitirem o perfeito desempenho do automatismo.

#### Especificações operativas

Dizem respeito à fiabilidade, segurança, disponibilidade, flexibilidade, manutenção, etc.

Para a implementação de um automatismo, implica a execução de várias tarefas interdependentes. A figura seguinte mostra a sequência de operações necessárias à implementação de um automatismo. [2]

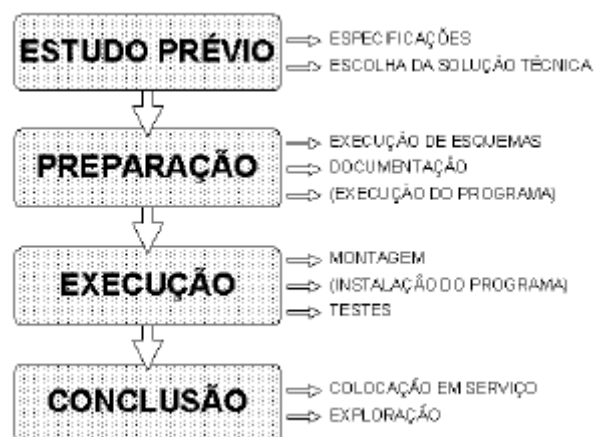


Figura 2- Blocos de implementação de um Automatismo [2]

### 2.1.3. Opções Tecnológicas

São inúmeras as opções tecnológicas disponíveis a escolher, não se podendo dizer qual a melhor ou pior, pois essa opção depende de várias condicionantes, como por exemplo o

número de sistemas a automatizar, o ambiente de trabalho, o tipo de sinais de entrada/saída, a sua função predominante e os tipos de atuadores predominantes.

Uma das restrições que deve ser observada é a relação de preço/performance, uma determinada solução pode ser adequada sob o ponto de vista técnico, mas inviável sob o ponto de vista financeiro.

A nível de características de implementação, pode-se definir dois grandes grupos, a lógica cablada e programada.

Na lógica cablada, a performance do automatismo é determinada pela interligação física de elementos discretos. Para alterar o processo, implica refazer a cablagem, como exemplo, pode-se referir um circuito elétrico, composto por temporizadores, relés, relés biestáveis, etc...

Em relação à lógica programada, o desempenho do automatismo é determinado por várias instruções ou códigos que são programados no suporte de memória do sistema. A alteração da lógica do processo a controlar implica alterações do programa, alterações de instruções ou códigos, como exemplo de um controlo numérico, um microcomputador ou autómato programável.

Pode-se definir três famílias tecnológicas, a eletromagnética, eletrónica e pneumática/óleo-hidráulica. A tecnologia eletrónica é muito vasta e pode ser executada através de certos elementos, como por exemplo, circuitos eletrónicos dedicados, microprocessadores, autómatos programáveis e sistemas eletrónicos standard, exemplo de um controlo numérico. [2]

#### **2.1.4. Estrutura de um Automatismo**

As unidades de controlo de um automatismo, ou controladores(as), podem ter aspetos físicos, performance e custo muito diferentes, no entanto os seus elementos constituintes são fundamentalmente os mesmos.

Sendo um dispositivo preparado para controlar processos naturalmente, dispõe de dispositivos de aquisição e saída de informações. Sendo também um equipamento programável, possui um microprocessador e uma memória para guardar o programa. Para alimentar os circuitos eletrónicos, possui uma fonte de alimentação. Por fim, para que

possa ser colocado o programa e para que possa existir comunicação para o exterior, dispõem também a possibilidade de ligar dispositivos de programação, como por exemplo, um programador portátil universal utilizado para a programação de unidades de controlo através de uma porta de ligação ligada à unidade de controlo. [2]

#### 2.1.4.1. Entradas e Saídas

Sendo um automatismo programável com o propósito de controlar um processo ou vários, tem obrigatoriamente de captar informação do sistema a controlar e fornecer sinais de comando. Existem diferentes tipos de entradas e saídas. Nos parágrafos seguintes estão mostrados algumas dessas possibilidades. Normalmente o estado lógico das entradas e saídas é sinalizado por LED's que quando ligados mostram a ativação de uma determinada entrada ou saída.

##### Entradas por relés

Nesta hipótese, existe um relé cuja a bobine é excitada por uma tensão elétrica na entrada da unidade de controlo. Os contatos do relé proporcionam ao CPU um estado lógico que corresponde ao estado da entrada. Como se pode ver na figura 3, estando a entrada do controlador alimentado, provoca que o contato do relé se feche e conduza a informação aos circuitos de aquisição de sinais do CPU. Caso a tensão de entrada deixe de existir, o contato do relé abre, e o valor lógico do circuito passa a zero. Este tipo de sistema assegura um isolamento galvânico, um isolamento elétrico para evitar fluxos de corrente entre a entrada e o CPU, já que o contato do relé é isolado da bobine que o atua, não existindo caminhos de condução metálicos, como os transformadores. [2]

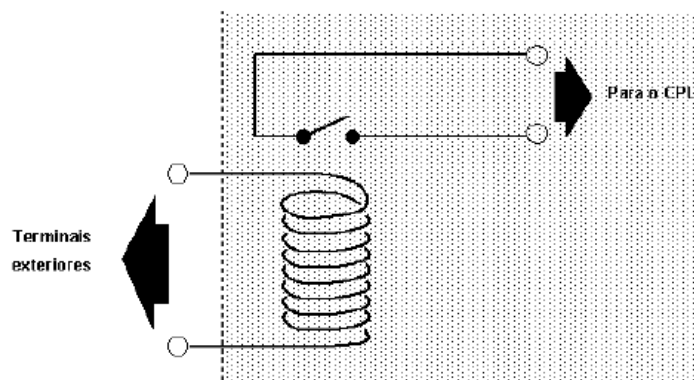


Figura 3- Esquema de ligação Relé-CPU [2]

## Entradas por transístor

Este tipo de entrada usa um transístor e um agregado de resistências para obter e converter os sinais de entrada, de forma a poderem ser reconhecidos pelo CPU. Pode-se analisar na figura 4 o modo de funcionamento. Sempre que haja um sinal positivo na “base” do transístor, este conduz, fazendo com que  $V_0$  tenha um valor muito próximo de zero. Quando não existe tensão de entrada,  $V_0$  tem um valor próximo de  $V_{cc}$ .

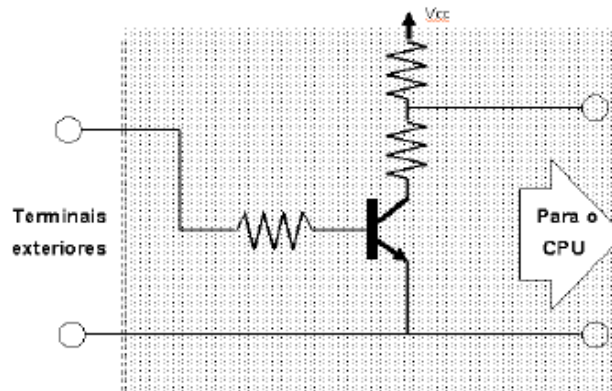


Figura 4- Esquema ligação transístor-CPU [2]

Comparativamente com a entrada por relé, este tipo de entrada, pelo fato de utilizar um semicondutor, diminui consideravelmente o atraso aos sinais de entrada e é mais fiável, uma vez que exclui sistemas eletromecânicos (relé). A corrente absorvida pela entrada é muito menor, na ordem das dezenas de mA. Mas tem a desvantagem de não assegurar um isolamento elétrico entre a entrada e o CPU.

## Entrada por acoplador ótico

Para ultrapassar a desvantagem de não haver isolamento da entrada, também existe a possibilidade de isolar o CPU da entrada através de um acoplamento ótico.

O acoplador ótico é composto por um LED e um foto-transístor, encapsulados num material isolador, conforme mostra na figura 5. A transmissão de informação do estado da entrada para o CPU é realizada através do fluxo de fotões emitido pelo LED e recebido pelo foto-transístor. Ao ser atingido por fotões, o foto-transístor entra em condução. Como o meio de transmissão deste fluxo é dielétrico, um isolador elétrico, consegue um bom isolamento galvânico. A corrente de entrada neste circuito também é muito baixa.

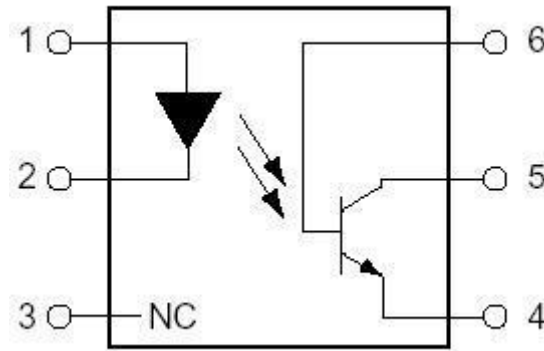


Figura 5- Acoplador óptico 4N35 [3]

### Saída por relé

As saídas da unidade de controlo realizam uma função inversa à das de entrada, ou seja, autorizam a atuação de elementos que fazem parte do sistema a controlar.

Nas saídas por relés o sinal de controlo é proveniente do CPU que atraca a bobine de um relé. Como se pode ver na figura 6, na saída do controlador estão os terminais do contato do relé.

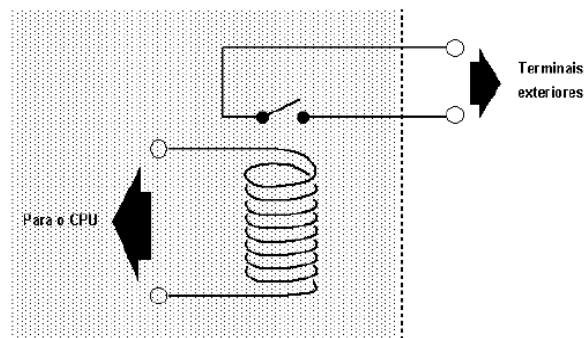


Figura 6- Saída CPU-Relé [2]

Geralmente um controlador tem mais do que uma saída. Para que os números de terminais de saída não sejam demasiados é frequente agruparem se saídas, havendo para esse efeito um terminal comum. Deve haver alguma atenção ao fazer as ligações, pois deve se assegurar que num mesmo comum não se juntem sinais incompatíveis. Na figura 6 pode-se ver um exemplo deste tipo de ligações.



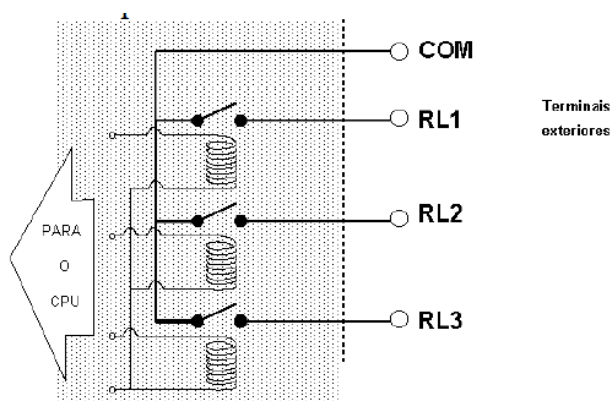


Figura 7- Saída CPU-Relés [2]

Esta saída é a mais usada, por ser a mais versátil. Pode comutar correntes contínuas ou alternadas, de várias tensões. A sua frequência de resposta e o “bounce” são as principais desvantagens. Para reduzir o desgaste mecânico do contato do relé quando este comuta cargas indutivas, usa-se normalmente o esquema de ligações da figura abaixo, figura 8, conforme se trate de corrente alternada ou contínua.

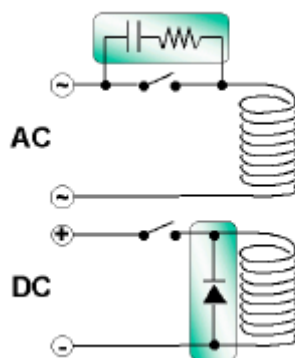


Figura 8- Ligações relé em AC ou DC [2]

### Saída por transístor

Esta saída usa um transístor que recebe na “base” um sinal lógico vindo do CPU, estando terminais do “emissor” e “coletor” acessíveis do exterior, para ligar os circuitos a controlar. Para que possa haver um isolamento galvânico entre os circuitos exteriores e o CPU do controlador, é frequente usar, em vez de um vulgar transístor, um foto-transístor, figura 9. Este tipo de saída é usado quando existem sinais a controlar em corrente contínua, baixa tensão e de frequência elevada. [2]

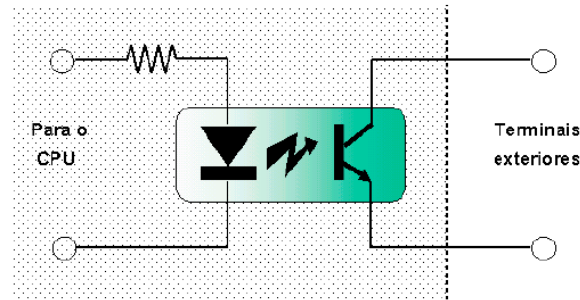


Figura 9- Ligação CPU-Foto transistor [2]

### Saída por triac

Nesta saída é usado um triac como elemento ativo na comutação das cargas. O sinal que vem do CPU liga à “gate” do triac ou ativa o LED de um foto-triac, figura 10. Esta opção do foto-triac é a mais usada para assegurar um isolamento entre o CPU e os circuitos exteriores ao controlador.

A saída por triac é usada na comutação de cargas que trabalham em corrente alternada. Tem a grande vantagem de poder comutar a frequência bastante altas, não sofrendo, comparando a um relé, de grande desgaste significativo. [2]

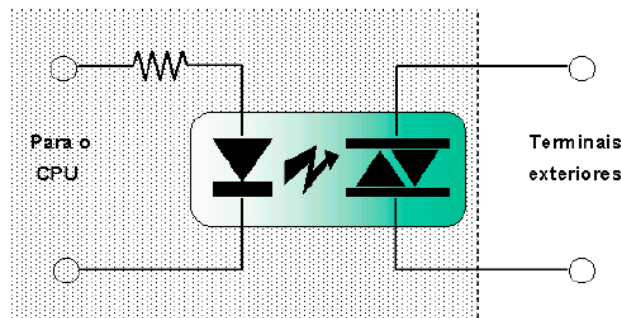


Figura 10- Saída CPU-FotoTriac [2]

#### 2.1.4.2.CPU

O CPU é o bloco que tem a função de ler os valores lógicos presentes nas entradas, deve executar as instruções que fazem parte do programa e transferir para as saídas as indicações provenientes dessas instruções. Tem ainda de gerir todos os periféricos e diagnosticar falhas que possam suceder internamente.

O CPU, que pode possuir um ou mais microprocessadores, executa de forma sequencial instruções a velocidades muito altas. O CPU tem ainda circuitos de endereçamento de

entradas e saídas, um circuito de deteção de falhas de alimentação, interfaces para unidades externas e uma memória com um sistema operativo.

O CPU é um elemento vital num controlador de um automatismo, existem alguns modelos que dispõem de duplo CPU para garantir uma grande fiabilidade de operação, quando um deles falha o outro entra em serviço em imediato sem interromper o controlo do sistema. [2]

#### **2.1.4.3.Fonte de Alimentação**

A fonte de alimentação tem como função de alimentar o controlador com tensão adequada para o seu funcionamento, e para esse efeito, é geralmente ligado aos 220 V AC da rede de alimentação, mas também existem modelos que aceitam tensões contínua, 24 V DC. Além de fornecer a devida alimentação, a fonte de alimentação também deve ter um bom comportamento em relações à filtragem de ruídos e picos, muito frequentes em instalações industriais. Nos modelos alimentados a 220 V AC, a fonte de alimentação tem uma saída auxiliar a 24 V AC ou DC para alimentar os circuitos de entrada. [2]

#### **2.1.4.4.Consola de Programação**

Em alguns modelos de automatismos programáveis existe a possibilidade de ter uma consola de programação, um equipamento para introduzir ou alterar o programa que vai estabelecer o funcionamento do automatismo e monitorizar e alterar o estado das variáveis. Esta consola normalmente é utilizada para a programação e colocação em serviço do automatismo.

Esta unidade é constituída por um teclado e um visor (*display*), e de acordo com o seu propósito, pode permitir programar em linguagem mnemónica, um conjunto de abreviaturas e símbolos que constituem as instruções do programa, uma linguagem de logigrama, contatos, etc... [2]

## **2.2. Características de Motores Elétricos**

Um motor elétrico, também chamado de atuador elétrico, é um mecanismo que transforma energia elétrica em energia mecânica. Este tipo de motor é o mais usado de todos os tipos existentes, pois reúne as vantagens de o custo da energia elétrica ser relativamente baixo, a sua facilidade de transporte, limpeza e manutenção e simplicidade de comando. Com uma construção simples e um custo reduzido tem uma grande flexibilidade de adaptação a cargas dos mais diversos tipos, consta melhores rendimentos que os motores de combustão interna. [4]

### **2.2.1. Funcionamento**

A maior parte dos motores elétricos trabalha pela interação e influência de campos eletromagnéticos, mas existem também alguns motores baseados em diferentes tipos de fenômenos eletromecânicos, como por exemplo a força eletrostática. O princípio base nos motores eletromagnéticos é usar eletricidade para gerar campos magnéticos que se opõem entre si, de modo a mover a parte giratória, o rotor. No rotor encontra-se uma bobine que possui um campo magnético oposto ao da parte estática do motor, o campo magnético do estator e a ação repelente dos polos faz com que o rotor inicie a rotação.

A maioria dos motores magnéticos são giratórios, mas existem também os do tipo linear. Num motor giratório, a parte giratória e a parte estacionária são chamadas de rotor e estator respetivamente. O motor é composto por eletroímãs que são colocados em ranhuras do material ferromagnético que fazem parte do rotor e enroladas devidamente e dispostas em volta do material ferromagnético do estator. Na figura 11 é mostrado o aspeto de um motor elétrico. [4]



*Figura 11- Motor elétrico [5]*

## **2.2.2. Tipos de Motor**

### **2.2.2.1. Motores de Corrente Alternada**

Os motores de corrente alternada, também chamados de motores AC, são mais utilizados que os motores de corrente contínua, motores DC, isto muito devido à distribuição de energia ser feita em corrente alternada.

O princípio de funcionamento de motores AC tem por base gerar um campo giratório, que é feito por exemplo em sistemas trifásicos, onde os polos estão desfasados fisicamente a  $120^\circ$ . Com isto as correntes estão desfasadas a 120 graus elétricos, e em cada momento, um par de polos tem um campo de maior intensidade, da qual a associação vetorial possui o mesmo resultado de um campo giratório que se move ao longo do perímetro do estator, que também varia no tempo.

Estes motores podem ser divididos em motores síncronos e assíncronos, sendo que, este último constitui atualmente uma grande parte dos motores usados na indústria, sofre deslizamento conforme a intensidade de carga (oscila a rotação).

Outra das divisões que pode ser feita entre motores CA são os modelos trifásicos e monofásicos. A principal diferença entre estes dois tipos de motor é a alimentação, que altera a versatilidade e o desempenho do motor. Sendo um motor monofásico, é mais limitado e é necessário um condensador de arranque. Os condensadores de arranque auxiliam o arranque do motor e ajudam no movimento da carga, ajudando a vencer a inércia da carga e um movimento de arranque mais adequado.

Os motores CA têm outras divisões, sendo todas elas mundialmente normalizadas, dentro das mais comuns existe o motor de dupla polaridade, em que se consegue rodar em duas velocidades diferentes, e o motor de eixo duplo, com uma saída para cada lado do eixo do rotor.

Os motores síncronos são motores em que a velocidade de rotação é proporcional à frequência da sua alimentação. Este motor pode ter o rotor composto por um eletroímã ou por bobinas alimentadas, ou no caso de ser trifásico por imanes permanentes. Como o campo magnético do rotor é livre do campo magnético do estator, o rotor toma uma velocidade proporcional à frequência de alimentação do estator e acompanha o seu campo giratório, sendo por este fenómeno chamado de motores síncronos. A diminuição ou o aumento da carga na saída não afeta a sua velocidade. No entanto, se a carga exceder os limites nominais do motor, este não consegue suportar e simplesmente não roda.

Caso o motor síncrono seja composto por um eletroímã, é provável encontrar potência reativa fornecida ou consumida pelo motor, verificando o circuito que alimenta o motor, circuito de excitação. Com isto, os motores síncronos podem atuar como mecanismos que absorvem potência reativa, motor sub-excitado, e no caso de trabalharem com cargas reativas, motor sobre-excitado, podem atuar como uma fonte de potência reativa fornecendo a para a rede elétrica.

Alguns modelos de motores síncronos não têm capacidade para iniciar um arranque sozinhos, é necessário serem levados próximos à sua rotação nominal e para isso é necessário um motor auxiliar. Quando este alcança uma velocidade próxima da rotação de trabalho, o rotor é alimentado e atinge a velocidade de sincronismo.

A velocidade do motor pode ser expressa através da seguinte equação, onde “Ns” é a rotação síncrona em rpm, “f” a frequência em hertz e o “p” o nº de par de polos.

$$N_s = \frac{60 * f}{p} \quad (2.1)$$

Outro tipo de motor de corrente alternada existente é o motor de indução, composto por um estator e um rotor. O espaço entre cada um deles é chamado de entreferro e o estator constitui a parte estática da máquina e o rotor a sua parte móvel.

O estator é constituído por chapas em aço magnético, tratadas termicamente, ou em aço silício para minimizar de perdas de corrente por histerese. Estas chapas têm a forma de um anel com umas ranhuras internas de forma a que se possam enrolar bobinados, que têm a função de criar um campo magnético no estator. O rotor também é constituído por aço magnético com um formato em anel e com bobines enroladas longitudinalmente.

Os dois tipos de motores de indução existentes são de gaiola de esquilo e com o rotor bobinado. Os motores de gaiola de esquilo, onde o rotor é formado por materiais condutores em redor do conjunto de chapas do rotor. Nos modelos em curto-circuito o rotor é composto por anéis metálicos nas extremidades. Já com o rotor bobinado, este é formado por enrolamentos distribuídos em redor de um conjunto de chapas do rotor.

Num motor de indução trifásico o estator e o rotor são fabricados com um eixo comum aos anéis que os compõem. O estator é formado por um enrolamento trifásico distribuído uniformemente em torno do corpo do motor, para que o fluxo magnético resultante das tensões nos enrolamentos do estator produza uma forma de onda sinusoidal.

A aplicação de corrente alternada nos enrolamentos do estator cria um campo magnético que varia no tempo, e a distribuição uniforme no enrolamento do estator produz um campo magnético que gira à velocidade proporcional da frequência da rede. O fluxo magnético resultante vai atravessar o entreferro, e por variar no tempo, vai induzir uma tensão alternada no enrolamento trifásico do rotor. Como os enrolamentos do rotor estão em curto-circuito, essa tensão induzida faz com que circule uma corrente pelo enrolamento do rotor, e por essa consequência produz um fluxo magnético no rotor que se alinha com o campo magnético do estator. No caso de ser de rotor bobinado, os valores das tensões induzidas no rotor dependem da relação de espiras entre o estator e o rotor. O estator pode ser considerado como o primário de um transformador e o rotor de secundário. [4]

### **Velocidade de Sincronismo**

A velocidade de sincronismo, ou velocidade síncrona, é a velocidade de rotação do campo girante. O valor desta velocidade depende da maneira como estão distribuídas e ligadas as bobines no estator da máquina, bem como a frequência da corrente que circular nesse enrolamento. Pode ser calculada pela seguinte expressão, onde “Ns” é a velocidade do

campo girante em rpm, “f” a frequência da rede de alimentação em hertz e o “p” o número de pares de polos. [4]

$$N_s = \frac{120 * f}{p} \quad (2.2)$$

### **Deslizamento**

O deslizamento é a diferença entre a velocidade do campo girante e a velocidade do rotor, expresso em percentagem. O deslizamento tem influência na frequência da força eletromotriz induzida no rotor. Quando o rotor está parado, o deslizamento é máximo e a frequência é igual ao da tensão de alimentação. Sabe-se que a frequência rotórica depende da velocidade de corte das linhas de força do campo giratório, e como o deslizamento é diretamente proporcional a essa velocidade, a frequência rotórica é diretamente proporcional ao deslizamento. Pode ser calculado pela seguinte expressão, onde “Ns” é a velocidade do campo girante e “N” a velocidade do rotor: [4]

$$S = \frac{N_s - N}{N_s} * 100 \quad (2.3)$$

#### **2.2.2.2.Motores de Corrente Contínua**

Os motores de corrente contínua, motores DC, precisam de alimentação em corrente contínua, e para esse efeito é necessário utilizar um circuito retificador para converter a corrente alternada, a corrente fornecida pela rede elétrica, em corrente contínua. Estes motores podem funcionar com velocidades reguláveis e são normalmente usados para casos específicos em que as exigências o justifique, ou no caso da alimentação que esteja disponível no local ser contínua, por exemplo em caso de pilhas em dispositivos eletrónicos.

É composto por um rotor, a parte giratória do motor, que está fixa com o eixo da máquina, feito de um material ferromagnético envolvido num enrolamento chamado enrolamento de armadura, e o anel comutador. Este enrolamento aceita uma elevada corrente comparando com o enrolamento de campo, que é a parte que constitui o estator, e é o circuito encarregue de transportar a energia resultante da fonte de energia. A seguinte figura legendada mostra os principais constituintes num motor de corrente contínua.



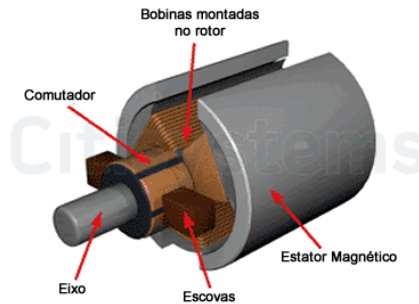


Figura 12-Motor corrente contínua [6]

É constituído também pelo anel comutador, responsável por fazer a inversão ajustada do sentido das correntes que rodeiam o enrolamento da armadura, constituído por um anel de materiais condutores, segmentado por um material isolador de forma a fechar o circuito entre cada bobine do enrolamento de armadura e as escovas no momento apropriado. O anel é integrado junto ao eixo do motor e giram em conjunto, esse movimento de rotação produz uma comutação entre os circuitos dos enrolamentos.

É formado também por um estator, a parte estática do motor, montada em volta do rotor, de jeito a este poder girar internamente. O estator é constituído por um material ferromagnético, rodeado por um enrolamento de baixa potência chamado de enrolamento de campo, que tem o propósito de produzir um campo magnético fixo para exercer interação com o campo de armadura.

Por último é composto pelas escovas, responsáveis por conduzir a energia para o circuito do rotor. Para efetuar esta condução, fixam-se dois anéis no eixo de rotação, normalmente em cobre, isolados e ligados aos externos da bobine rotatória. Em frente desses anéis existem blocos de carbono, que por meio de molas, fazem pressão sobre os blocos para estabelecer um contato elétrico. Estes blocos de carbono são intitulados de escovas e os anéis rotativos de coletor. Devido ao atrito das escovas em consequência pela rotação do rotor, produz-se um desgaste pela corrosão e as escovas devem ser substituídas periodicamente. De modo a resolver este problema, foram inventados os motores elétricos sem escovas.

Os motores de corrente contínua sem escovas, motores BLDC (*BrushLess DC*) são motores síncronos sustentados por um inversor através de alimentação de corrente contínua, geralmente em baixa tensão. Tem inúmeras vantagens em relação aos motores de corrente contínua com escovas, entre os quais se destacam o ruído reduzido, uma

confiabilidade mais elevada, vida útil mais longa, o desaparecimento da ionização do comutador e a redução de interferências eletromagnéticas.

A desvantagens mais relevante nestes modelos sem escovas é o seu custo mais elevado, devendo se a dois fatores. Em primeiro lugar estes motores necessitam de dispositivos MOSFET de alta potência no fabrico do controlador eletrónico de velocidade. Por outro lado, os motores de corrente contínua com escovas podem ser controlados com uma resistência variável simples, um potenciômetro.

Os motores DC sem escovas necessitam de um circuito integrado mais caro para oferecer o mesmo tipo de controlo de velocidade variável. Em segundo lugar, comparando as técnicas de construção dos motores com e sem escovas, muitos motores BLDC precisam de trabalho manual, no caso da fixação da bobine do estator. Os motores com escovas usam enrolamentos que podem ser automaticamente bobinados e com isto são mais económicos.

Os motores DC sem escovas são classificados como mais eficientes do que os motores com escovas. Isto representa que para a mesma potência de entrada, converte mais energia elétrica em energia mecânica na saída do rotor. A eficiência nestes modelos é mais acentuada na região de baixa-carga e no vazio na curva característica do motor. Em cargas mecânicas elevadas, os motores com ou sem escovas são semelhantes em eficiência. [4]

## **Alimentação de Motores de Corrente Contínua**

### **Excitação independente ou separada**

Neste método, o circuito de excitação do motor é alimentado por uma fonte complementar, como o nome indica, independente ou separado da fonte de corrente contínua que alimenta a armadura. Na generalidade, o enrolamento de campo, que fornece a excitação, é composto por condutores que não suportam grandes correntes, pois a excitação normalmente utiliza correntes baixas para gerar o campo magnético comparando com as correntes que se movimentam no enrolamento da armadura.

### **Excitação em série**

O circuito do enrolamento de campo, que gera a excitação, está em série com o circuito de armadura, assim sendo, necessita apenas de uma fonte de alimentação para sustentar

tanto o circuito de campo como o da armadura. Neste caso, a corrente que circula no enrolamento de campo é a mesma que passa no enrolamento da armadura, e com isto, é necessário um enrolamento próprio para o circuito de excitação, apto a suportar correntes relativamente mais altas na armadura.

### Excitação shunt ou em derivação

O circuito do enrolamento de campo, que gera a excitação, está em paralelo ou em derivação com o circuito de armadura. Isto significa que neste tipo de configuração, tal como na excitação em série, é apenas necessária uma fonte de corrente contínua para alimentar o circuito de armadura e de campo. Como o enrolamento de campo está em paralelo ou em derivação com o circuito de armadura, é viável aplicar o mesmo tipo de condutor do caso de excitação independente.

### Excitação composta

Neste tipo de esquema existem dois enrolamentos de excitação, um em série e outro em derivação. Neste tipo de ligações recorre-se a uma combinação da excitação série e shunt, de maneira a usufruir os benefícios de ambas as ligações. Em alguns casos, o enrolamento série é usado para compensar o efeito desmagnetizante da reação de armadura. [4]

Na seguinte figura é mostrado, não só o esquema de excitação composta, como todas as alimentações anteriormente descritas, para uma melhor compreensão destes sistemas.

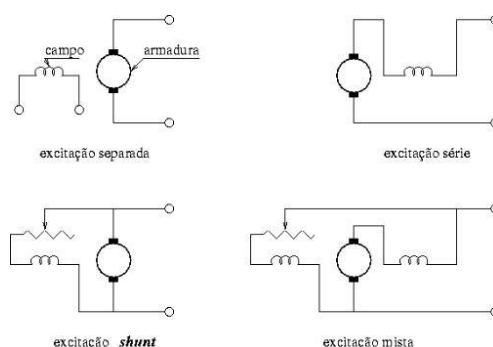


Figura 13-Tipos de alimentação em motores DC [7]

### 2.2.3. Condensadores de Arranque

Um condensador de arranque é um condensador elétrico que altera a corrente em um ou mais enrolamentos de um motor de indução monofásico, criando um campo magnético rotativo. São utilizados em motores de rotor em gaiola ou em curto circuito. Os dois tipos

mais comuns de condensadores são os de arranque e duplos. A unidade de capacidade destes condensadores é o microfarad (uF). Os condensadores mais antigos ainda podem estar rotulados com unidades como “mfd” ou “MFD”, mas também significam microfarad.

São usados por exemplo, em aparelhos de ar condicionado, bombas de spa, portas automáticas, grandes ventiladores, automatismo e fornos de calor. Um condensador duplo é usado por exemplo em algumas unidades de ar condicionado, para auxiliar o arranque dos motores do ventilador e os motores do compressor. [8]

#### **2.2.4. Arranque em Estrela-Triângulo**

O arranque em estrela-triângulo é um procedimento de arranque para motores trifásicos, estas ligações podem ser manuais ou automáticas e pode ser realizado em motores com seis extremidades das bobines acessíveis e para os quais o modo de funcionamento normal seja em triângulo.

Com este método o motor arranca num esquema em estrela que possibilita uma maior impedância e menor tensão nas bobines, reduzindo a corrente de arranque. Com este processo vai-se ter uma perda considerável de toque de arranque, mas proporciona um arranque mais suave, reduzindo a sua corrente de arranque por volta de um terço da que seria se fosse acionado em arranque direto.

Como o motor arranca em estrela, a corrente que flui pelos terminais em fase ( $I_f$ ) é equivalente à corrente na linha ( $I_n$ ). A tensão  $V_f$  pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$V_f = \frac{V_l}{\sqrt{3}} \quad (2.4)$$

Este tipo de arranque estrela-triângulo só pode ser usado em motores que tenham disponíveis pelo menos seis terminais dos enrolamentos e que a tensão nominal seja igual à tensão em triângulo do motor.

É de referir também que o fecho para triângulo só deverá ser feito quando o motor atingir pelo menos noventa por cento da rotação nominal. O ajuste do tempo de mudança estrela-triângulo deve ser feito com um tacômetro, um instrumento de medição do número de

rotações de um motor. A mudança de esquema para triângulo sem que o motor tenha atingido a percentagem de rotação recomendada vai provocar um pico de corrente praticamente igual ao que seria esperado se o motor tivesse sido ligado com arranque direito. [9]

### **2.2.5. Motor Redutor**

Um motor redutor é um conjunto constituído por um motor elétrico e em redutor de engrenagens. Pode ser utilizado em diversas aplicações, desde equipamentos industriais, automatismos residências e indústrias, controlos de acesso e a maquinarias de todo o género.

A finalidade de um motor redutor é proporcionar um certo movimento rotativo, em rpm, com um torque elevado, em Nm. O seu fabrico pode ser feito em alumínio ou em ferro fundido, sendo a engrenagem em aço e/ou em bronze. As engrenagens são componentes mecânicos constituídos por vários tipos de rodas dentadas que se ligam a eixos, aos quais geram uma certa rotação e torque transferindo assim uma certa potência.

#### **Tipos de engrenagens**

As engrenagens trabalham em pares, existem dentes de uma engrenagem que encaixa em espaços entre os dentes de outra. Se as engrenagens forem circulares, a razão entre as velocidades angulares e os torques do eixo são constantes. Se a construção dos dentes não for circular, a razão de velocidade irá variar. A maior parte de engrenagens no mercado são de origem circular, mas depende muito também da função da engrenagem.

Para haver um movimento uniforme e contínuo, as áreas de contato das engrenagens devem ser meticulosamente moldadas, de acordo com o perfil. Se a engrenagem com a roda mais pequena do par estiver encaixada no eixo do motor, a roda dentada maior atua de forma a diminuir a velocidade e elevar o torque. Em caso contrário se a engrenagem maior estiver agarrada ao eixo do motor, a roda menor atua como um acelerador de velocidade e redutor de torque.

As engrenagens apresentam vários tipos de tamanho, transmissão de movimento e formato. Desta forma, podem se classificar dentro dos seguintes tipos:

## Retas

Os dentes são ordenados paralelamente entre si em relação ao eixo, são o tipo mais comum no mercado e de um custo muito baixo. Este tipo de engrenagem é mais utilizado para reduções de baixas rotações do que em altas, devido à sua construção que provoca algum ruído. A seguinte figura mostra um exemplo de uma engrenagem deste género:



*Figura 14-Engrenagens retas [10]*

## Cónicas

O ângulo de intersecção é normalmente de  $90^\circ$ , podendo variar um pouco. Os dentes das rodas cónicas possuem um formato cónico, o que complica o seu processo de fabrico, diminui a precisão e necessitam de uma montagem muito precisa para o funcionamento adequado. A engrenagem cónica, mostrada na seguinte figura, é utilizada para mudar a rotação e a direção da força, a baixas velocidades.



*Figura 15-Engrenagens Cónicas [11]*

## Helicoidais

Estes tipos de engrenagem estão posicionados em forma de hélice transversalmente em relação ao eixo. É normalmente usada em transmissões fixas de rotações elevadas, e bastante silenciosa devido ao formato e construção dos seus dentes. São usadas para transmissão de eixos paralelos entre si e eixos que formem qualquer ângulo, normalmente entre  $60$  a  $90^\circ$ . A seguinte imagem mostra um exemplo de uma engrenagem helicoidal:



*Figura 16-Engrenagens helicoidais [12]*

## **Hipóides**

As engrenagens hipóides são uma variedade de engrenagens onde os seus eixos não se cruzam, ao contrário das cónicas. Transmitem movimento e cargas elevadas entre eixos e podem ser de diversos tipos de rodas dentadas espirais. A seguinte figura mostra um exemplo:



*Figura 17-Engrenagens Hipóides [13]*

## **Cremalheira**

Uma cremalheira é uma barra de dentes atribuída a engrenagens, figura 18. Com este sistema pode-se transformar um movimento de rotação num movimento retilíneo, ou vice-versa.



*Figura 18-Engrenagem Cremalheira [14]*

### Parafuso de rosca sem fim

As engrenagens de parafuso de rosca sem-fim são utilizadas quando existem grandes reduções de transmissão, podendo ter reduções de relação 1:20 a 1:300. Muitas engrenagens de parafuso de rosca sem-fim têm uma característica interessante que nenhuma das outras engrenagens têm, o seu eixo consegue girar facilmente a engrenagem, mas o contrário já não acontece. Isto deve-se ao ângulo do eixo ser pequeno que quando a engrenagem o tenta girar, o atrito entre os dois não o deixa mexer. Esta propriedade é muito útil para máquinas que necessitem da função de travagem, podendo agir como um freio mecânico quando o motor não estiver em funcionamento. Todos os motores ou mecanismos equipados com este tipo de engrenagens são irreversíveis. A seguinte figura mostra um exemplo de uma engrenagem parafuso de rosca sem fim para melhor compreensão da mesma.



*Figura 19-Engrenagem parafuso de rosca sem fim [15]*

### Cálculo

A razão entre o número de dentes nas rodas é diretamente proporcional à razão de torque e inversamente proporcional à razão das velocidades de rotação. Por exemplo, se a roda maior tem o dobro de dentes do pinhão, o torque da engrenagem é duas vezes maior que a do pinhão, e consequentemente a velocidade do pinhão é duas vezes maior que o da roda maior.

Num par de engrenagens no qual  $Z1$  é o número de dentes na engrenagem um,  $Z2$  o número de dentes na engrenagem 2,  $n1$  o número de rotações por minuto da engrenagem 1, em rpm,  $n2$  o número de rotações por minuto da engrenagem 2, em rpm, pode-se deduzir a seguinte expressão: [16]

$$\frac{n2}{n1} = \frac{Z1}{Z2} \quad (2.5)$$



### **2.2.6. Proteção dos Motores**

Este ponto do documento é referente à proteção de motores elétricos de baixa tensão, e aos inúmeros dispositivos utilizados que têm por objetivo reduzir o máximo possível de danos causados quando estes são sujeitos a condições anormais de funcionamento. A origem da causa poderá ser interna ou externa do motor, por exemplo, uma falha nos enrolamentos do motor, ou externa, vinda do sistema elétrico que alimenta o motor. A carga conectada ao motor também poderá provocar uma operação inadequada.

Os aparelhos de proteção devem ser determinados de acordo com os seguintes critérios: [17]

- Tipo de carga conectada;
- Custos dos instrumentos de proteção em relação ao motor;
- Distúrbios que possam ocorrer na rede de alimentação;
- Relevância do motor no processo;
- Condições de operação;
- Tipo de motor protegido;
- A probabilidade de ocorrer falhas em geral.

#### **2.2.6.1. Tipos de Falhas**

O funcionamento de um motor elétrico pode ser afetado pelas seguintes anomalias:

- Sobrecargas;
- Subcorrentes;
- Sub e sobretensões;
- Desequilíbrio, ausência ou inversão de fases;
- Curto-circuitos;
- Arranques incompletos ou frequentes;
- Rotor bloqueado;
- Falta de isolamento entre espiras.

No caso dos motores síncronos também se deve destacar as seguintes anomalias: [17]

- Perdas de sincronismo;

- Sobrecargas e sobrecorrentes no enrolamento de excitação;
- Perda de excitação;
- Potência reversa (operação como gerador).

#### **2.2.6.2. Condições de Anomalias Impostas pela Carga Acionada**

##### **Rotor Bloqueado**

Este acontecimento é assinalado por um bloqueio súbito do rotor em plena rotação, por alguma razão relacionada com o mecanismo acionado. Neste caso, o motor absorve a corrente de arranque e permanece bloqueado, sem velocidade, e com isto não há ventilação o que provoca um aquecimento muito rápido. Nestas condições, em caso extremo, pode ocorrer a queima do motor.

##### **Sobrecargas**

Uma sobrecarga num motor elétrico é provocada por uma potência mecânica superior à sua capacidade nominal. Com isto, há mais corrente absorvida pelo motor vindo da rede, e nestas condições, existirá um aumento de temperatura que pode ultrapassar a classe de isolamento do motor, e com isto pode ter influência na vida útil do motor. Os dispositivos de proteção têm como objetivo desligar o motor em situações de sobrecarga com o propósito de manter a temperatura interna dentro dos limites recomendados dos seus materiais isolantes.

##### **Arranques muito demorados**

Um motor elétrico precisa uma corrente elevada no seu arranque em condições normais, onde a sua duração não provoca aquecimentos indesejáveis. Mas, se os arranques forem muito demorados, em função do processo e da carga mecânica, o motor pode ter como consequência aquecimentos adicionais. Neste caso, a proteção térmica deverá atuar e desligar o motor elétrico no mínimo tempo possível.

##### **Retorno de Potência**

Esta falha ocorre devido a uma queda de tensão, quando um motor síncrono é movido pela inércia da carga, este injeta potência reativa na rede. Caso deixe de haver alimentação

da rede, o motor síncrono pode manter uma tensão de maneira indesejável enquanto a carga estiver em movimento. [17]

### **2.2.6.3. Distúrbios no Sistema de Alimentação**

#### **Desequilíbrio**

Um sistema de alimentação pode ser desequilibrado por várias razões:

- A própria fonte de alimentação não proporciona uma tensão simétrica e equilibrada;
- O grupo de todos os outros consumidores não constituem uma carga equilibrada, o que provoca uma assimetria na rede elétrica de alimentação.

#### **Queda de tensão**

A queda de tensão reduz a velocidade do motor e, perante estas condições, existe um aumento na corrente absorvida pelo motor, levando a um acréscimo nas perdas, provocando um aquecimento extra no interior do motor. [17]

### **2.2.6.4. Falhas Internas no Motor**

#### **Curto-Circuito fase-fase**

Em motores trifásicos a intensidade da corrente de curto-circuito depende da posição em que a mesma ocorre dentro do enrolamento. Os efeitos térmicos e dinâmicos por essa corrente de curto-circuito podem danificar internamente os enrolamentos do motor.

#### **Perda de sincronismo**

Este possível problema envolve motores síncronos e pode ser atribuído a perdas de excitação. Em caso de perdas haverá um movimento relativo entre os campos girantes, e com isto será induzido uma tensão e consequentemente haverá uma circulação de corrente no rotor, o que provoca um aquecimento complementar. [17]

### **2.2.6.5. Dispositivos para Proteção de Motores Elétricos**

#### **Retorno de potência**

Esta anomalia é detetada por uma proteção direcional de potência ativa.

## **Desequilíbrio**

Esta proteção deteta a componente de sequência negativa da corrente, destaca-se pela sua curva característica que pode ser do tipo dependente ou independente.

## **Sobrecargas**

As sobrecargas são controladas pela proteção de sobrecorrentes, por proteção de imagem térmica ou por sonda de temperatura.

## **Arranques lentos ou rotor bloqueado**

A mesma função garante ambas as proteções, isto é, à um ajuste de corrente instantânea fixada a um valor abaixo da corrente de arranque. O tempo de disparo da proteção tem de ser maior que o tempo de arranque do motor, assegurando assim sempre o seu arranque. Por outro lado, o tempo de disparo de proteção tem de ser menor que o tempo de o rotor pode ficar bloqueado. Este requisito deve ser feito porque protege o motor contra temperaturas elevadas. Referindo por último que o tempo do rotor ficar bloqueado no motor é fornecido pelo fabricante.

## **Queda de tensão**

Uma situação de queda de tensão é monitorizada por uma proteção temporizada de subtensão, onde as regulações de corrente e temporização são escolhidas de acordo com as proteções de curto circuito da rede, tendo atenção às quedas de tensão normais, por exemplo num arranque de um motor.

## **Curto circuito entre fases**

Para um curto circuito entre fases é necessária uma proteção de sobrecorrente temporizada, onde o controlo de corrente é fixado a um valor maior ao da corrente de arranque, com uma rápida temporização. O objetivo é tornar a proteção insensível aos primeiros picos de corrente de arranque. Se o dispositivo de proteção for um contator, este é agregado a fusíveis que garantem uma proteção contra curto-circuito. Para motores de grande porte, é utilizado uma proteção diferencial de alta impedância.

## **Perda de sincronismo**

Esta perda é revelada por uma proteção de potência reativa temporizada. [17]

### **2.2.7. Classe de Isolamento**

O isolamento de um motor elétrico é um dos problemas com maior influência quando analisadas as causas de falhas no equipamento. Dentro da gama de falhas de origem elétrica, os problemas de isolamento retratam uma parte dos problemas de aquecimento de motores.

Existe uma preocupação constante relacionada com isolamento de uma máquina elétrica, como o sistema isolador, material isolador e a sua classe térmica. Vendo o mercado atual, os clientes são cada vez mais rigorosos não admitindo falhas, e para isso, é necessário realizar uma série de testes durante o processo de construção do fabrico do estator. Um sistema de isolamento deve ser avaliado, estudado e validado, através das normas IEC e IEEE, que devem ser respeitadas. [18]

#### **2.2.7.1. Material Isolador**

O material isolador evita, suprime e direciona o fluxo de correntes elétricas. Mesmo que a principal função deste material seja impedir o fluxo de corrente de um condutor para a terra ou para um potencial mais baixa, interessa também para dar suporte mecânico, protege o condutor de deterioração provocada pelo meio ambiente e transmitir calor para o ambiente externo. [19]

#### **2.2.7.2. Sistema Isolador**

Um sistema isolador é um conjunto de dois ou mais materiais isolantes usados num equipamento elétrico. Esta combinação num motor elétrico reside no esmalte de isolamento do fio elétrico, no isolamento de fundo de ranhura, no fecho de ranhura, isolamento entre fases, verniz e/ou resina de impregnação, e isolamento de solda. Qualquer material ou componente que não fique em ligado à bobina, não faz parte do sistema de isolamento. [19]

### 2.2.7.3. Classes Térmicas

A temperatura em máquinas eletromecânicas é um fator influente para o desgaste do material isolador e do sistema de isolamento, algumas classificações térmicas básicas são úteis e reconhecidas em tudo o mundo.

As classes térmicas são definidas pela norma IEC 60085, onde se distingue classes térmicas para sistema de isolamento e matérias isoladores elétricos, e estabelece os critérios para avaliar a resistência térmica dos materiais ou sistemas de isolamento. Estas classes térmicas são mostradas na tabela seguinte: [19]

*Tabela 2- Classes térmicas [19]*

Classes de temperatura	
Temperatura (°C)	Norma IEC 60085
90	Y (90°C)
105	A (105°C)
120	E (120°C)
130	B (130°C)
155	F (155°C)
180	H (180°C)
200	N (200°C)
220	R (220°C)
240	-
Acima de 240°C	-
250	250

### 2.2.8. Grau de Proteção

O grau de proteção é um indicador do motor contra a entrada de corpos estranhos, podendo estes ser poeiras, fibras, contato accidental e entradas de água. Um motor elétrico instalado num local que esteja sujeito a jatos de água, deve possuir um revestimento capaz de suportar jatos de água, sob determinados valores de pressão e ângulo de incidência, sem que haja entrada de água que possa ser desfavorável ao funcionamento normal do motor.

Os níveis de classes de proteção IP, ou grau de proteção IP, são padrões internacionais definidos pela norma IEC 60529, para classificar e avaliar o grau de proteção de produtos eletrónicos fornecidos contra intrusões. O grau de proteção é definido por duas letras (IP)

seguido de dois números. O primeiro número é indicativo da proteção contra entrada de corpos estranhos e contato accidental, o segundo indica a proteção contra entradas de água.

As seguintes tabelas foram publicadas pela Comissão Eletrónica Internacional e são referentes aos graus de proteção pela norma IEC 60529:

*Tabela 3-Grau de proteção contra penetração de corpos sólidos [19]*

1º algarismo	
Algarismo	Indicação
0	Máquina não protegida
1	Máquina protegida contra objetos sólidos maiores que 50 mm
2	Máquina protegida contra objetos sólidos maiores que 12 mm
3	Máquina protegida contra objetos sólidos maiores que 2,5 mm
4	Máquina protegida contra objetos sólidos maiores que 1 mm
5	Máquina protegida contra o acumulação de poeira
6	Máquina totalmente protegida contra poeira

*Tabela 4-Grau de proteção contra penetração de água no motor [19]*

2º algarismo	
Algarismo	Indicação
0	Sem proteção
1	Proteção contra pingos de água na vertical
2	Proteção contra pingos de água, com inclinação de até 15º em relação à vertical
3	Proteção contra pingos de água, com inclinação de até 60º em relação à vertical
4	Proteção contra pingos de água vindos de todas as direções
5	Proteção contra jatos de água vindos de todas as direções
6	Proteção contra jatos fortes de água vindos de todas as direções
7	Imersão temporária
8	Imersão permanente

As combinações entre os dois algarismos (IP), isto é, entre os dois critérios de proteção que estão resumidos nas tabelas anteriores e de acordo com a norma, classificam o motor em cada grau. Na tabela seguinte é mostrado em função dos dois algarismos a proteção do que é considerado um motor aberto, onde deve trabalhar em ambientes limpos e abrigados, e de um motor fechado, onde pode trabalhar em ambientes desabrigados. [19]

Tabela 5- Graus de Proteção [19]

Motor	Grau de proteção	1º algarismo		2º algarismo
		Proteção contra contato	Proteção contra corpos estranhos	Proteção contra água
Motores abertos	IP00	não tem	não tem	não tem
	IP02	não tem	não tem	pingos de água até uma inclinação de 15° com a vertical
	IP11	toque acidental com a mão	corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 50 mm	pingos de água na vertical
	IP12	toque acidental com a mão	corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 50 mm	pingos de água até uma inclinação de 15° com a vertical
	IP13	toque acidental com a mão	corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 50 mm	água de chuva até uma inclinação de 60° com a vertical
	IP21	toque com os dedos	corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 12 mm	pingos de água na vertical
	IP22	toque com os dedos	corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 12 mm	pingos de água até uma inclinação de 15° com a vertical
	IP23	toque com os dedos	corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 12 mm	água de chuva até uma inclinação de 60° com a vertical
Motores fechados	IP44	toque com ferramentas	corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 1 mm	respingos de todas as direções
	IP54	proteção completa contra toques	proteção contra acúmulo de poeiras nocivas	respingos de todas as direções
	IP55	proteção completa contra toques	proteção contra acúmulo de poeiras nocivas	jatos de água em todas as direções
	IP66	proteção completa contra toques	totalmente protegido contra acúmulo de poeiras nocivas	protegido contra água de varalhões

### 2.2.9. Encoders Rotativos de Motores Elétricos

Um *encoder* rotativo, também chamado de *encoder* de eixo, é um dispositivo eletromecânico que converte a posição angular ou um movimento no eixo para um sinal



analogico ou digital. Existem dois tipos de *encoders*, o absoluto e incremental. A saída dos *encoders* indica a posição atual do eixo, enquanto a saída dos *encoders* incrementais fornecem informações sobre o movimento do eixo. Estes tipos de dispositivos são utilizados em muitas aplicações que exigem rotação de eixo precisas, usados em controlos industriais, robótica, lentes fotográficas, etc.

Um *encoder* rotativo absoluto de múltiplas voltas inclui rodas e engrenagens adicionais, usadas para gravar o número de voltas no eixo, e mantém as informações de posição quando a energia falha ou é removida do sistema. A posição do *encoder* está sempre disponível quando a energia elétrica volta, e a relação entre o valor do *encoder* e da posição física da máquina é calibrada na sua construção. Com este sistema o motor não precisa de retornar a um ponto de calibração para manter a precisão da posição.

Já um *encoder* incremental grava as mudanças de posição, mas não reconhece a posição física da máquina, os dispositivos controlados por *encoder* incrementais não reconhecem a posição atual de onde estava o movimento da máquina e voltam para um ponto de referência fixo para inicializar novamente o processo. Este *encoder* fornece uma saída de pulso que é lida como contagens numa placa eletrónica incorporada. O ponto de onde a contagem começa depende o contador eletrónico e não da posição do *encoder*. A característica distintiva do *encoder* incremental é que ele informa uma mudança na posição do *encoder*, sabendo a máquina apenas que o eixo está a andar para um lado ou para o outro, não reconhecendo a posição atual no percurso. [20]

## 2.3. Componentes em Unidades de Controlo

### 2.3.1. Placa de Circuito Impresso

Os circuitos impressos evoluíram de maneira a substituir as antigas pontes de terminais, onde se assentavam os componentes eletrónicos, como válvulas termiónicas, também chamadas de válvulas eletrónicas. Este tipo de circuito sustenta, tanto mecanicamente como eletricamente, componentes eletrónicos usando pistas, também chamado de trilhas, gravadas em folhas de cobre laminado num substrato não condutor. [21]

A PCI, placa de circuito impresso, é uma placa isoladora que na sua superfície tem uma camada fina de cobre com pistas condutoras, que ligam a vários componentes eletrónicos. Na camada isoladora são usados materiais isoladores como baquelite(fenolite) e fibra de vidro, mas outros tipos de materiais podem ser usados, como poliéster, teflon e outros polímeros isolantes.

#### Normas

Os circuitos impressos têm que ser aplicados sobre uma retícula, uma grelha de malha quadrada, onde os nós de interseção devem estar os componentes a colocar. Como tudo o que é eletrónico necessita de normas e técnicas para ser aceite no mercado, em baixo têm-se as normas e técnicas referentes a isso: [22]

- Norma IEC – Publicação 97 de Outubro de 1957 “*Recommendations for fundamental parameters for printed wiring techniques*”, onde resumidamente a medida da retícula tem de ser igual a 2,54 mm, proximamente 0,1 polegadas;
- Técnica Epsilon (Técnica B-1) – Norma IEC que resulta da necessidade da miniaturização, a dimensão internacional da retícula é: Diâmetros dos furos= 0,8 mm,  $D=d+2b$ ;
- Norma Alemã DIN 40801 (Circuito impressos Diretrizes) - A medida da retícula é de 2,5 mm, o diâmetro unificado de furos é de 1,3+0,1 mm, as espessuras normalizadas das placas são de 1 a 3 mm, preferência de 1,5 mm;
- Técnica A-1- Largura normal mínima da pista e separação de condutores é de 0,8 mm, o processo de foto gravação de 0,2 mm e pistas com mais de 5 cm recomenda-se o valor de 1 mm.

### **2.3.2. Fusíveis**

Um fusível é um dispositivo de segurança usado para circuitos elétricos, que tem a função de interromper a passagem de corrente elétrica no circuito caso ultrapasse um certo valor. Quando a corrente ultrapassa o limite permitido pelo fusível, este dispara e evita um curto-circuito. Consiste num filamento, lâmina de metal ou liga metálica, de baixo ponto de fusão que se instala num determinado ponto de uma instalação elétrica, para que se funda caso seja necessário, por efeito de Joule. Quando a intensidade de corrente superar um determinado valor, devido a um curto-circuito ou sobrecarga, evita a deterioração da integridade dos condutores, evitando o risco de incêndio ou destruição de outros elementos do circuito. Os fusíveis e outros dispositivos de proteção contra sobrecorrentes são uma parte vital num sistema de distribuição elétrica para evitar danos a componentes eletrónicos. [23]

#### **2.3.2.1. Tipos de Fusíveis**

Existem três categorias de fusíveis, que atendem à norma IEC 60269-2-1, a faixa de interrupção e a categoria de utilização (Curva tempo vs Corrente), conforme a eficiência de operação e aplicações a que se destinam.

##### **Fusíveis de fusão lenta**

São usados em circuitos nos quais as correntes de arranque dos equipamentos são superiores às de condições normais de funcionamento, ou em situações onde sucedem sobrecargas momentâneas nos circuitos, em pequenos intervalos de tempo, no caso de motores elétricos e cargas capacitivas respetivamente.

##### **Fusíveis de fusão rápida**

Utilizados para efeitos em que as cargas acionadas pela rede elétrica não manifestem picos de corrente, ou seja, a corrente aproveitada pelo equipamento através da sua alimentação não assuma valores elevados, como por exemplo fornos elétricos, lâmpadas, etc.

### **Fusíveis de fusão ultra-rápida**

Este tipo de fusíveis são aplicados em situações em que a carga a ser alimentada possui circuitos eletrónicos muito sensíveis compostos por elementos semicondutores, tirístores, GTO's e díodos, interrompendo assim a corrente quando houver um curto-circuito para evitar danos a este tipos de componentes. [24]

#### **2.3.3. Transformador**

Um transformador é um equipamento utilizado na transformação de níveis de tensão e de corrente. O seu princípio de funcionamento é baseado nas leis de *Faraday* e de *Lenz*, leis de eletromagnetismo e da indução eletromagnética respetivamente.

É constituído por um núcleo feito por um material com propriedades ferromagnéticas, e duas bobinas com número diferente de espiras isoladas entre si, chamadas de primária, a bobina que recebe a tensão da rede, e de secundária a bobina em que sai a tensão transformada. [25]

Em transformadores de dois enrolamentos, geralmente é vulgar denomina-los como enrolamentos primário e secundário, mas também existem modelos com três enrolamentos, em que o terceiro é chamado de terciário. Transformadores com apenas um enrolamento, ou seja, o enrolamento primário está ligado ao enrolamento secundário, com isto não existe isolamento entre eles, são chamados de autotransformadores.

O funcionamento de um transformador é feito por uma corrente elétrica no enrolamento primário (A) que produz um campo magnético, este campo magnético variável induz uma tensão elétrica nas extremidades desse enrolamento. A tensão induzida (V1) é diretamente proporcional à taxa temporal de variação de fluxo magnético no circuito. A alteração na corrente (I1) presente na bobina do circuito primário altera o fluxo magnético nesse circuito e também na bobina do circuito secundário (N2), esta última implementada de forma a estar sob efeito direto do campo magnético produzido no circuito primário. A alteração de fluxo magnético na bobina secundária provoca uma tensão na bobina secundária. A seguinte imagem ilustrativa mostra a estrutura básica do funcionamento de um transformador. [26]

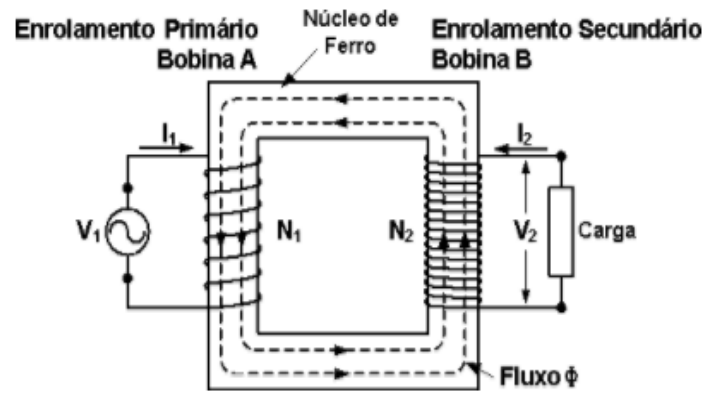


Figura 20-Estrutura de um Transformador [27]

A tensão de entrada e de saída são proporcionais ao número de espiras em cada bobina. Em baixa mostra-se a fórmula já deduzida onde “Up” é a tensão no primário, Us tensão no secundário, “Np” o número de espiras do primário, “Ns” o número de espiras do secundário. Sendo:

$$\frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad (2.5)$$

Por esta proporcionalidade conclui-se que um transformador reduz a tensão se o número de espiras do secundário for menos que o número de espiras do primário e vice-versa. Se se considerar que toda a energia é conversada, a potência no primário deverá ser igual à potência no secundário, assim consegue-se concluir as seguintes fórmulas: [28]

$$P_p = P_s \quad (2.6)$$

$$U_p * I_p = U_s * I_s \quad (2.7)$$

#### 2.3.4. Varistor

Um varistor é um componente eletrónico em que o seu valor de resistência elétrica é uma função inversa da tensão aplicada aos seus terminais. Isto significa que à medida que a diferença de potencial aumenta sobre os seus terminais, a sua resistência diminui.

São geralmente usados como um componente de proteção contra sobretensões em circuitos elétricos. No caso de picos com maior duração, a subida de corrente que circula pelo componente faz com que o dispositivo de proteção, seja ele disjuntor ou fusível,

desarme, desligando o circuito da fonte de alimentação. O objetivo do varistor é proteger o equipamento eletrônica a jusante desviando a sobretensão ou sobrecorrente, para o cabo de terra, devido a ter um comportamento de curto-circuito submetido a altas tensões.

A relação tensão-corrente de um varistor de óxido de zinco ou de carbeto de silício pode ser dado aproximadamente pela seguinte equação:

$$V = C * I^{\beta} \quad (2.6)$$

Onde “V” é a tensão aplicada nos terminais do varistor, “I” é a corrente que circula pelo componente, “C” a resistência não ôhmica e “ $\beta$ ” coeficiente não linear são constantes características do componente. Quanto maior “ $\beta$ ” maior será a sua sensibilidade à variação de tensão. Na figura seguinte é mostrado as curvas características do comportamento de varistores sujeitos a certas tensões e correntes: [29]

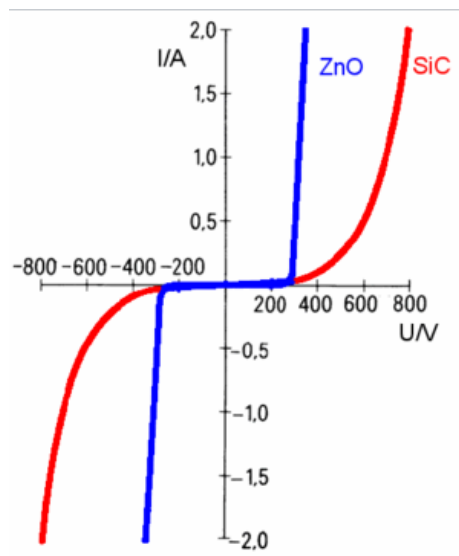


Figura 21-Curva da tensão vs. corrente de um varistor [30]

### 2.3.5. Circuito retificador com filtragem e estabilização

Circuitos retificadores são circuitos elétricos desenhados para a alteração de corrente alternada para contínua. Neste processo são utilizados elementos semicondutores, como tirístores, díodos, e um transformador.

Estes circuitos têm o propósito de obter corrente contínua (DC) com base em corrente alternada (AC). Este processo de mudança é composto por diferentes etapas, tais como, a

transformação, retificação, filtragem e estabilização. Na figura seguinte é mostrado um esquema de blocos do processo de retificação.

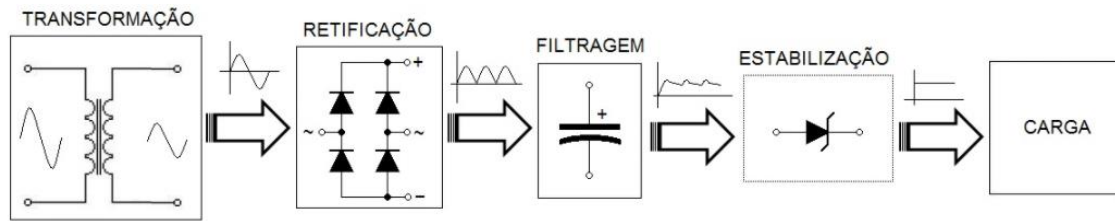


Figura 22-Esquema de blocos de sistema retificador [31]

O transformador, já referido anteriormente, tem a função de diminuir ou aumentar a tensão conforme o que se pretende na saída. Essa tensão é enviada ao retificador onde a corrente AC, que é bidirecional, é convertida em corrente unidirecional (DC) através do uso de díodos, que conduzem apenas num sentido, e impedem corrente reversa. No filtro capacitivo, é reduzida a ondulação da tensão e da corrente através de um condensador, onde se obtém uma tensão de “ripple” resultante do descarregamento lento do condensador em relação à fonte. O dimensionamento do condensador utilizado no filtro pode ser feito para gerar uma tensão de “ripple” controlada e eliminada através de um diodo *zener*, também conhecido como diodo regulador de tensão. Em semelhança a um diodo semiconductor, é especialmente projetado para trabalhar sob o regime de condução inversa, ou seja, acima da tensão de rutura da junção PN. Por fim o tiristor tem o cargo de abrir e fechar o circuito ligado a cargas elevadas, como motores, aquecedores ou eletroímãs. [32]

Os circuitos retificadores repartem-se em dois grupos essenciais, os de meia-onda e onda completa:

### 2.3.5.1.Retificador de Meia-Onda

Um retificador de meia onda admite a passagem de somente um dos semi-ciclos de tensão de entrada para a saída. Como a tensão de entrada é alternada, o diodo permite apenas a passagem quando está diretamente polarizado, apenas no semi-ciclo positivo ou quando está inversamente polarizado, no semi-ciclo negativo. Quando está diretamente polarizado, a saída adquire apenas a parte positiva da tensão. Apesar de ser um sinal de pulso, a tensão é contínua porque não há inversão de sentido, ou seja, ela trabalha apenas com a parte positiva da senoide. As aplicações com este tipo de sistema são escassas, porque é prejudicial este tipo de sinal a componentes eletrónicos que trabalhem em

corrente e tensão contínua, sendo essencial um sinal o mais constante possível, utiliza-se um filtro capacitivo na saída. Na figura seguinte ilustra um retificador de meia onda com filtro capacitivo e sinal de saída. [32]

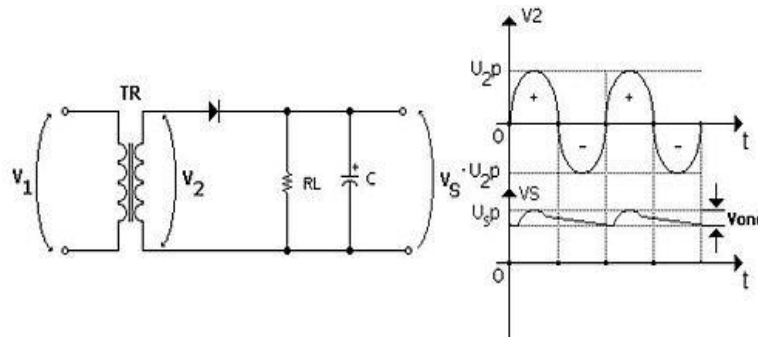


Figura 23-Retificador de meia-onda e sinal de saída [33]

### 2.3.5.2. Retificador de Onda Completa em Ponte

O retificador de onda completa em ponte possui de quatro díodos num esquema chamado de ponte. No semi-ciclo positivo, dois díodos estão diretamente polarizados, enquanto os outros dois estão inversamente. No semi-ciclo negativo acontece o contrário. Para realizar filtragem, é utilizado o mesmo método do retificador de meia onda, o filtro capacitivo. Este circuito tem uma grande vantagem ao de meia-onda, porque a retificação ocorre nos dois semi-ciclos da senoide. O esquema de um retificador de onda completa apresenta-se na seguinte figura. [32]

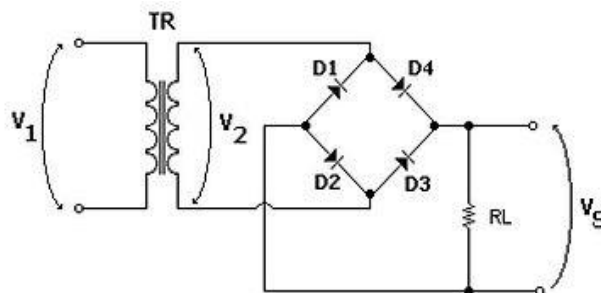


Figura 24-Esquema retificador onda completa em ponte [33]

### 2.3.6. Relé Eletromecânico

Um relé é um interruptor eletromecânico, onde o movimento físico do mesmo ocorre quando a corrente elétrica percorre as espiras da bobina do relé, produzindo um campo magnético que por sua vez atrai uma alavanca responsável pela alteração de estado dos contatos.



É um dispositivo eletromecânico com imensas aplicações possíveis em comutação de contatos elétricos, auxiliando a ligar ou desligar dispositivos. Normalmente um relé está ligado a dois circuitos elétricos, a sua comutação é feita alimentando a bobina do primeiro circuito. Quando essa corrente passa pela bobina, esta vai criar um campo eletromagnético que aciona o relé e possibilita o funcionamento do segundo circuito. Com isto uma grande vantagem do uso de relés é usar baixas tensões e correntes para o comando no primeiro circuito, defendendo o automatismo de possíveis tensões e correntes que irão percorrer o segundo circuito. [34]

#### 2.3.6.1.Composição de um Relé Eletromecânico

As partes que compõem um relé eletromecânico são uma bobina, constituída por um enrolamento de fio de cobre em torno de um núcleo de ferro que permite um acesso de baixa relutância para o fluxo magnético, uma armadura de ferro, um conjunto de contatos, uma mola de rearme e terminais, a figura seguinte mostra o aspeto de um relé eletromecânico, a base dos terminais pode ser do tipo *Faston*, para conexão em Bases (*Sockets*) ou para conexão em PCI's (Placas de circuito impresso).

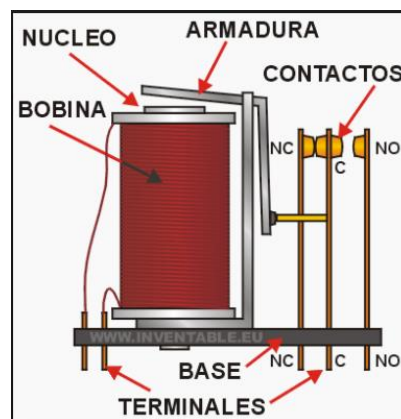


Figura 25-Composição de um Relé [35]

#### 2.3.6.2.Princípio de Funcionamento

A bobina de um relé é composta por um fio em volta de um núcleo de ferro, enquanto a bobina se mantiver sem energia a força das molas mantêm os contatos em estado de repouso. O estado de repouso pode ser normalmente fechado (NC) ou normalmente aberto (NO), dependendo da função do relé no circuito a controlar. Quando a bobina recebe a corrente elétrica, a armadura desloca-se em direção do núcleo, atraída pelo campo magnético gerado, deslocando mecanicamente o contato ligado a essa armadura. No momento em que a força magnética criada pela circulação de corrente na bobina se torna

maior que a força das molas, o contato da armadura é atraído fisicamente, saindo dos contatos de repouso e muda a condição do circuito. Quando a circulação de corrente na bobina deixa de existir, a bobina fica sem energia e o contato volta ao estado de repouso pela força da mola de rearme. [34]

### 2.3.7. Condensador

Um condensador é um componente que tem a capacidade de armazenar cargas elétricas num campo elétrico. A característica principal do seu funcionamento é a capacidade de armazenar cargas opostas, em duas placas, separadas por um material isolante elétrico (dielétrico). A carga é armazenada na superfície das placas, no limite com o dielétrico. [36]

#### 2.3.7.1. Propriedades da capacidade

A propriedade que estes dispositivos têm de armazenar energia elétrica sob a forma de um campo eletrostático é chamada de capacidade (C) e é medida pelo quociente da quantidade da carga (Q) armazenada pela diferença de potencial (V) que existe entre as placas.

Assim, a capacidade representada pela letra “C” pode ser calculada através da seguinte expressão:

$$C = \frac{Q}{V} \quad (2.7)$$

Sabe-se que, quanto mais carga, mais intenso é o campo elétrico e pode concluir-se que a capacidade é diretamente proporcional a área em que as cargas estão distribuídas, as cargas posicionam-se de modo uniforme.

A capacidade de um condensador de placas paralelas constituído por dois elétrodos planos idênticos de área “A” e separados à distância de “d”, pode ser calculada pela seguinte fórmula, onde “C” corresponde à capacidade, na unidade de farad, “ $\epsilon_0$ ” a permissividade electrostática do meio (vácuo) e “ $\epsilon_r$ ” é a constante dielétrica ou permissividade relativa do isolante utilizado: [36]

$$C = \epsilon_0 * \epsilon_r * \frac{A}{d} \quad (2.8)$$

### 2.3.7.2. Associação de Condensadores

Tal como nas resistências, pode-se combinar a posição dos condensadores de modo a obter uma capacidade desejada para um fim que se quer. Essas posições entre condensadores podem ser em paralelos ou sem série. [37]

Sejam condensadores de capacidade:

$$C1, C2, C3, \dots, Cn \quad (2.9)$$

Em que estejam em série, pode-se substituir todos estes condensadores por um só, de capacidade equivalente que vale:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3} + \dots + \frac{1}{Cn} \quad (2.10)$$

Se forem condensadores em paralelo, todos estão ligados sobre o mesmo potencial, entre os mesmos terminais é a fórmula usado para o seu calculo é a seguinte:

$$C_{eq} = C1 + C2 + C3 + \dots + Cn \quad (2.11)$$

### 2.3.8. Díodo

Um díodo é um elemento eletrónico que pertence à família de semicondutores, que são produzidos à base de Silício (Si) ou de Germânio (Ge), compostos pela junção de duas pastilhas de Silício ou de Germânio com impurezas de matérias distintos, ficando uma delas com excesso de cargas positivas (semicondutor tipo P) e a outra com excesso de cargas negativas (semicondutor tipo N).

Assim, ao juntar os dois materiais entre si, alcança-se aquilo a que se chama uma junção PN. Utilizando Silício, por exemplo, adicionam-se átomos de Índio (In) para obter o semicondutor do tipo P e adicionam-se átomos de Fósforo (P), Arsénio (As) ou Antimónio (Sb) para obter o semicondutor do tipo N- a estas intervenções dá-se o nome de dopagem do semicondutor. A junção PN assim fica constituída com dois terminais. Ao terminal ligado ao semicondutor tipo P é chamado de Ânodo (A). Ao terminal ligado ao semicondutor tipo N é chamado de Cátodo (K), mostrado na figura seguinte. [38]

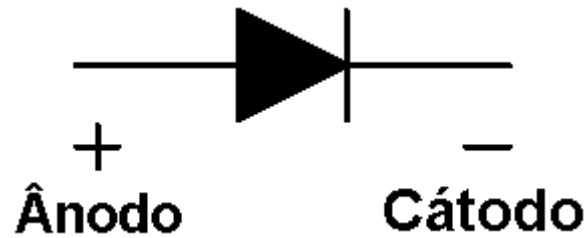


Figura 26-Díodo [39]

A junção PN pode ser conectada a uma fonte de alimentação de corrente contínua de duas formas diferentes, pela polarização direta, que se liga o terminal positivo da fonte de alimentação ao terminal P da junção e por terminal negativo da fonte ao terminal N da junção semicondutor, neste polarização o díodo conduz fortemente, pois tem uma resistência elétrica interna muito baixa, e pela polarização inversa, ligando os terminais ao contrário, e consequentemente o díodo não conduz praticamente, pois tem uma resistência elétrica interna muito elevada.

O díodo tem várias aplicações como funcionar como interruptor automático, ao impor o sentido de alimentação de uma dada carga, pode funcionar como proteção contra a troca de polaridades e como um retificador da corrente alternada da rede elétrica. [38]

### 2.3.9. Transístor

Um transístor é um componente eletrónico semicondutor com várias possíveis aplicações, sobretudo como amplificador de sinal (tensão), comutador de circuitos e regulador de corrente. A palavra transístor decorreu a junção das palavras transfer + resistor, isto é, resistência de transferência, visto poder ser considerado como uma resistência, fixa ou variável disposta entre o gerador e a carga.

Veio revolucionar o mundo da eletrónica na década de 1950, devido a uma necessidade de encontrar um substituto para a válvula eletrónica. Um dispositivo que fosse mais barato de construir, mais pequeno e consumisse menos energia.

Existem diferentes tipos de transístores, nomeadamente o transístor bipolar e o transístor unipolar ou FET. O último mencionado pode ter diferentes modelos, o JFET (*Junction Field Effect Transístor*), o MOSFET (*Metal Oxid Semiconductor Field Effect Transistor*).

O Transístor bipolar ou BJT (*Bipolar Junction Transístor*) é o modelo mais utilizado, é constituído por duas junções PN ligadas entre si, podendo obter-se dois tipos distintos, o

transístor NPN (NP + PN) e o transístor PNP (PN + NP). Este possui ligações três zonas, o Coletor (C), Base (B) e Emissor (E). A base é a região intermédia, o coletor e o Emissor ficam nos externos. O transístor bipolar fica, portanto, com duas junções nomeados por Coletor-Base e Base-Emissor. [40] Na figura seguinte representa-se um transístor bipolar NPN:

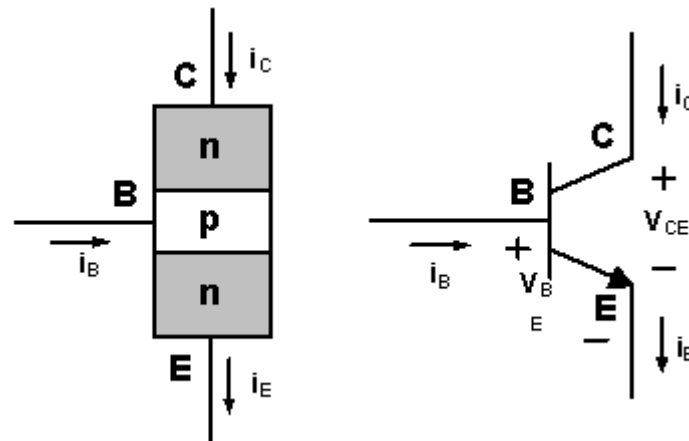


Figura 27- Transístor BJT [41]

### 2.3.9.1. Funcionamento de um Transístor

Num transístor de junção bipolar o controlo da corrente de coletor é injetando corrente na base. O transístor conduz quando a junção coletor-base é polarizada reversamente e a junção base-emissor é polarizada diretamente. Uma corrente pequena é suficiente para controlar uma corrente de coletor ou de emissor. Esta corrente será tão maior quanto maior for a corrente de base, de acordo com o ganho. Todo este processo permite que o transístor funcione como amplificador.

### 2.3.10. Tirístor

O nome de tirístor veio do termo grego “*thry*” que significa porta, e é constituído por elementos semicondutores em multicamadas, tendo em comum uma estrutura de no mínimo quatro camadas semicondutoras numa sequência P-N-P-N.

A criação do tirístor no final dos anos 50 foi responsável por um grande passo na evolução tecnológica da eletrónica de potência, onde teve um grande impacto na escala industrial nos anos seguintes. A principal vantagem dos tirístores é o controlo de imensa quantidade de energia. Esta particularidade faz com que estes componentes sejam utilizados tanto no controlo eletrónico de potência como na conversão de energia. Existem alguns modelos de tirístores a referenciar como o SCR e o TRIAC.

### 2.3.10.1. SCR

O SCR é um componente que conduz a corrente elétrica num único sentido, tal como um diodo, mas controladamente, isto, é, só após um sinal na sua porta. O SCR é um semicondutor formado por quatro camadas PNPN, ou NPNP, tendo numa extremidade um ânodo (A), na outra um cátodo (K), a porta, ou gate (G), tal como se mostra a figura seguinte.

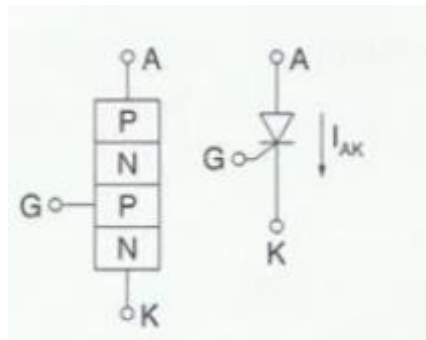


Figura 28-Tiristor SCR [42]

Ao sobrepor uma tensão positiva entre A e K, ele conduz de A para K, desde que se aplique um impulso positivo na porta G, com um determinado valor mínimo. Tanto o ânodo como a porta G devem ser polarizadas diretamente, se alguns deles for polarizado inversamente o tiristor SCR não conduz. [42]

### 2.3.10.2. TRIAC

Um TRIAC é um componente eletrónico que corresponde a dois retificadores controlados de silício (SCR/tirístores) conectados em antiparalelo e com o terminal de disparo (Gate) ligados em conjunto. Com esta configuração é possível conduzir corrente elétrica nos dois sentidos.

Um triac pode ser inicializado por uma corrente alternada enviada ao terminal gate. Uma vez enviado, o triac vai conduzir até que a corrente elétrica caia abaixo do valor de corte. Segundo explicado o TRIAC é um vantajoso dispositivo de controle para circuitos de corrente alternada que permitam acionar grandes potências com circuitos acionados por corrente da ordem de miliamperes. A figura seguinte mostra o símbolo de um TRIAC.

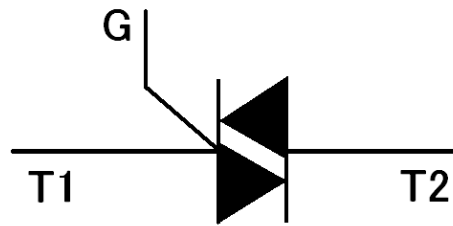


Figura 29-TRIAC [43]

Um TRIAC de baixa potência é usado em algumas aplicações como controlos de potência para lâmpadas, controlos de velocidade para ventiladores entre outros. Porém, quando usados com cargas indutivas, como motores elétricos, é necessário que se certifique que o TRIAC seja desligado corretamente, no final de cada semi-ciclo da alimentação elétrica. Para circuitos de maior potência, deve utilizar-se dois SCRs ligados em antiparalelo, o que permite que cada SCR estará a controlar um semi-ciclo independente, não importando a natureza da carga geral. [43]

### 2.3.11. Potenciômetro

Um potenciômetro é um componente elétrico composto por uma resistência elétrica variável. É geralmente uma resistência com três terminais onde a conexão comum é manipulável. Se os três terminais forem usados, ele atua como um divisor de tensão. [44] A figura seguinte representa um potenciômetro variável.

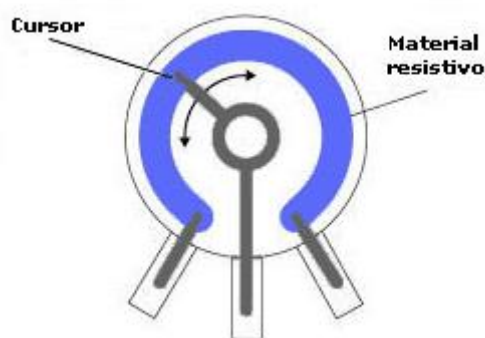


Figura 30-Potenciômetro variável [45]

Existem dois tipos de potenciômetros que se podem destacar:

- Lineares: Neste tipo de potenciômetros o movimento de regulação da resistência é diretamente proporcional à resistência resultante.
- Logarítmico: Neste tipo de potenciômetro o movimento de regulação da resistência é uma função logarítmica que por sua vez define a resistência

resultante. Este tipo é bastante utilizado em sistema de som, residencial e profissional por ser considerado mais suave na variação da resistência. Também existe um modelo do tipo logaritmo inverso, que é o mais brusco na variação da resistência.

O gráfico abaixo mostra o comportamento dos potenciômetros lineares, logaritmos e logaritmos reversos. [45]

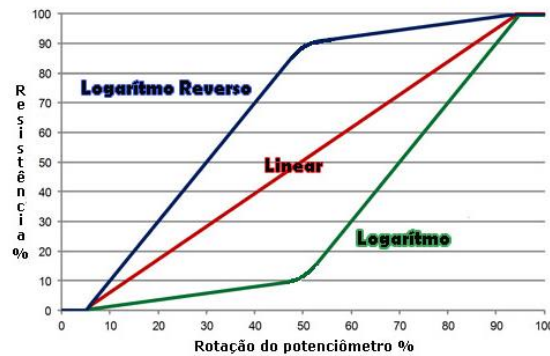


Figura 31-Comportamento de diversos potenciômetros [45]

### 2.3.12. Dip Switch

Um *DIP Switch* é um interruptor eletrónico manual ordenado em padrão *Dual In-line Package*, também chamado de pacote duplo em linha. É um conjunto de componentes elétricos numa caixa retangular e duas linhas paralelas de pinos de conexão elétrica, o aspeto de um *DIP Switch* apresenta-se na seguinte figura.

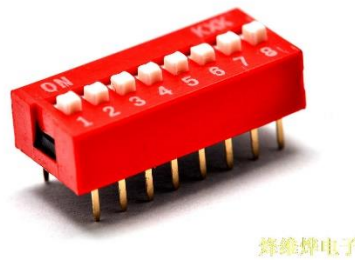


Figura 32-DIP Switch [46]

Este componente foi criado para ser usado em placas de circuito impresso, em conjunto com outros componentes eletrónicos e é usado para alterar o comportamento de dispositivos eletrónicos em diversos casos. Os *DIP Switches* são normalmente comercializados em conjunto de sete ou oito interruptores. Estas chaves podem ser utilizadas para representar caracteres ASCII, tendo até 128 combinações possíveis num *DIP Switch* de sete interruptores e 256 combinações possíveis num de oito interruptores. O código ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) é um código binário que codifica um conjunto de 128 canais, utilizando 7 bits para representar todos



os seus símbolos. Quando existem 8 bits o padrão UTF-8 é utilizado para completar o ASCII na ajuda da codificação. [47]

Estes interruptores são uma alternativa aos *jumpers*. As principais vantagens são a facilidade e rapidez em mudar de estado e não haver partes móveis no componente que se possam perder. No entanto, em certas situações, os *jumpers* são mais utilizados do que DIPs devido ao seu custo reduzido.

Os *jumpers* são pequenos condutores utilizados para ligar dois pontos num circuito eletrónico, usualmente são usados para configurar placas de circuito, como motherboards de computadores. Também se chama de *jumper* um segmento de fio condutor soldado diretamente nas pistas de uma placa de circuito com a função de associar dois pontos no circuito. [48]

### **2.3.13. Circuito Integrado**

Um circuito integrado (C.I) é um circuito eletrónico que incorpora diversos pequenos componentes, como exemplo de transístores, díodos, resistências e condensadores. Estes componentes estão soldados num chip, normalmente feito em silício, onde este é montado e selado num bloco de plástico ou cerâmica, onde os terminais, que estão ligados à placa de circuito, estão conectados aos seus componentes por pequenos fios condutores.

Têm uma grande quantidade de transístores no chip que constitui uma grande melhoria sobre a montagem de circuitos com componentes eletrónicos. O custo da produção deste tipo de componentes é muito baixo, porque são imprimidos por uma unidade de fotolitografia, uma técnica utilizada na criação de circuitos integrados. O seu desempenho é muito alto, visto que os seus componentes integrados consomem muito pouca energia. [49]

### **2.3.14. Condutores e Cabos Elétricos**

#### **2.3.14.1. Alma Condutora**

A alma condutora é um componente destinado à condução elétrica, podendo ser constituído por um fio, condutor unifilar, ou um conjunto de fios devidamente reunidos e não isolados entre si, condutor multifilar. Os condutores utilizados nas instalações elétricas são geralmente de cobre ou de alumínio. Pode ser dividido em condutor nu ou isolado. Um

condutor não possui nenhum isolamento elétrico contínuo, enquanto um condutor isolado é com conjunto constituído pela alma condutora revestido de uma ou mais camadas de material isolante, que garantem o seu isolamento elétrico. [50]

#### **2.3.14.2. Cabo Isolado**

Um cabo pode ser dividido em dois casos, cabo isolado provido de revestimento exterior, cabo unipolar, monopolar ou monocondutor, e o revestimento exterior pode constar em várias camadas (bainhas) com funções diferentes. Num cabo com um conjunto de condutores isolados, devidamente reunidos, aprovisionados de um envolvente comum, cabo multipolar. Na seguinte figura mostra-se a imagem de um cabo multipolar com revestimento exterior. [50]



*Figura 33-Cabos Isolados multipolar [50]*

#### **2.3.14.3. Cabo de pares de cobre (UTP)**

Alguns equipamentos requerem baixa potência e baixas frequência para efetuarem as operações de transferência de dados e sinais, por exemplo no caso de telefones, sistemas de segurança, autómatos industriais, intercomunicadores, etc. Os condutores isolados são torcidos em pares, em conjunto de dois condutores, para uma anulação da interferência de campos magnéticos por eles criados. [50]

#### **2.3.14.4. Cabo Coaxial**

Sistemas que usem cabos coaxiais para comunicações são particularmente utilizados para o envio de sinais de baixa potência e alta velocidade, em altas frequências e a longas distâncias.

A malha protetora de cobre é ligada à terra, pelo que isola o fio condutor (interior) das interferências eletromagnéticas exteriores. Este tipo de cabo é utilizado para transportar sinais de áudio e vídeo ou dados a alta velocidade. Os dois tipos de cabos coaxiais

existentes no mercado são o RG-59 e RG-6, este último apresenta menos perdas de sinal em altas frequências.

#### 2.3.14.5. Secção de Condutores

Em instalações elétricas de corrente alternada (AC) as cores normalizadas do isolamento para identificar os condutores são as seguintes:

- Azul claro para neutro;
- Castanho, preto ou cinzento para a fase;
- Verde e amarelo para o condutor de proteção (PE), a terra.

Nas instalações de corrente contínua (DC), as cores utilizadas para alimentação são o vermelho, associado ao condutor positivo, e o preto, ao condutor negativo.

Segundo as Regras Técnicas de Instalações em Baixa Tensão as secções dos condutores dos circuitos em instalações de pontos de habitação devem ser definidas em função das potências imagináveis, com os valores indicados na tabela seguinte.

*Tabela 6-Secções mínima de condutores para habitação [51]*

Natureza dos circuitos	Secção (mm <sup>2</sup> )
Iluminação	1,5
Tomadas	2,5
Termoacumuladores	2,5
Máquina de lavar e de secar roupa ou lavar loiça	2,5
Fogões	4
Climatização ambiente	2,5

A secção que se usa em condutores para ligações de aparelhos móveis ou portáteis que consumam baixa potência poderão ser com secção de 0,75 mm<sup>2</sup> ou 0,5 mm<sup>2</sup> caso os condutores sejam muito flexíveis, por exemplo as pontas de prova de um multímetro utilizam condutores extra flexíveis.

As correntes concebíveis para cada condutor, são a causa de criar secções para cada tipo de componente eléctrico a utilizar, para ter uma ideia das correntes que circulam num condutor foi criada a seguinte tabela que mostra um teste feito de correntes admissível para dois condutores carregados e isolados a policloreto de vinilo (PVC). [50]

*Tabela 7-Teste de amperagem condutores PVC [51]*

Secção do condutor (mm <sup>2</sup> )	Intensidade da corrente (A)
1,5	17,5
2,5	24
4	32
6	41
10	57
16	76
25	101
35	125
50	151
70	192
95	232
120	269

### **2.3.15. Sistema *Rolling Code***

Um sistema *Rolling Code* é usado num sistema de entrada sem chave manual ou fixa, para evitar ataques de repetição. Estes sistemas são tipicamente usados em automatismos residenciais e para abrir veículos à distância. Os transmissores de código são uteis em fornecer ao recetor, incorporados nos controladores dos automatismos, uma transmissão

de radiofrequência criptografada segura (RF), que envia um código de bits fixo mais um código não fixo, ambos encriptados.

A grande vantagem de usar sistemas *Rolling Code* perante os antigos sistemas de código Fixo é devido a uma parte do sinal de radiofrequência recebido pelo recetor não ser fixo. O recetor aceita a parte do código fixo, a parte do registo do transmissor, se tiver guardado na memória do recetor, e a parte do código aleatório, que após as descodificações do sinal, o recetor envia as devidas instruções a fazer na unidade de controlo. Um sistema de código fixo, após saber os bits do sinal de radio frequência é facilmente copiado e colonizável.



### **3. Automatismos Residenciais, Industriais e Controlos de Acessos**

Neste capítulo foi feita uma descrição e mostrado as características de todos os automatismos estudados e instalados durante o período de estágio, automatismos de uso residencial e industrial e controlos de acesso, nomeadamente automatismos para portões de correr, portões de batente, portões de teto, portas e barreiras automáticas. No final foi mostrado também todos os possíveis acessórios a complementar neste tipo de sistemas.

#### **3.1. Descrição dos Automatismos e Controlos de Acessos**

Todos estes automatismos possuem uma base de fixação, uma base em chapa metálica onde o automatismo ou controlo de acesso é fixado ao solo, parede ou ao teto, conforme a escolha do modelo a instalar.

Alimentação dos mesmos pode ser feita a 110-120 V a 60 Hz, em caso de países com uma rede de alimentação diferente de Portugal ou com alimentação específica. A 220-230 V a 50 Hz, ligados diretamente à rede de alimentação de baixa tensão, em caso de automatismos com motores mais robustos é necessária uma alimentação de 400 V a 50 Hz, isto para os modelos trifásicos. Dependendo do tipo de motor e da carga acionada estes componentes podem variar de uma potência de 50 W a 750 W, com cargas suportadas até 3500 kg.

Pela construção e constituintes de um motor de corrente contínua de ímanes permanentes de 24 V não é necessário um condensador de arranque para auxiliar o seu arranque. Já os motores de corrente alternada de indução magnética monofásicos, mais limitados que os trifásicos, precisam de um auxílio para vencer a inércia da carga no seu arranque. Os condensadores permitem um maior ângulo de desfasamento entre as correntes dos enrolamentos principais e auxiliares, proporcionando assim, elevados binários de arranque. O dimensionamento da escolha do condensador para cada motor varia pela sua potência e a sua alimentação. O arranque de motores trifásicos é feito em ligação estrela-triângulo, este método proporciona uma maior impedância e menor tensão nas bobinas, diminuindo a corrente de arranque. Esta manobra permite um arranque mais suave, reduzindo a corrente de arranque até um terço do que num arranque direto.

Todos estes motores têm uma classe de isolamento F e a sua proteção dispara aos 150°C, devido a proteger os seus materiais isoladores de uma temperatura elevada sem perderem as suas propriedades.

Em relação aos graus de proteção, as diferenças que existem entre cada modelo variam dependendo do modelo, da sua função, e local de instalação. Existindo alguns motores abertos, que trabalham em ambientes limpos e abrigados, e motores fechados, com o propósito de exercerem funções em ambientes desabrigados. As variações existentes nos modelos estudados e instalados podem ir de IP 24 a IP 54.

Os diferentes automatismos e controlos de acesso possuem, além do motor, um redutor onde as reduções dos rolamentos e engrenagens ligam o veio do rotor à saída que se pretende, estes também variam para cada modelo. Praticamente todos os automatismos são do tipo irreversível graças à construção das engrenagens de parafuso de rosca sem fim. As reduções podem variar de 1:20 até valores maiores que 1:300, que vão gerar diferentes potências na saída para a carga e diferentes binários. Este conjunto de reduções juntamente com o motor é chamado de motor redutor.

Na saída após o motor redutor estes motores têm a função de exercer movimento na carga pretendida para efetuar dois tipos de movimento, a rotação do rotor no sentido horário ou anti-horário. No caso de automatismos para portões de correr, existe um módulo de pinhão na saída do motor redutor que interliga a sua roda dentada com a cremalheira, soldada ou aparafusada ao portão, que consequentemente faz com que este se movimente. No caso de automatismos para portões de teto a roda dentada na saída vai ligar a uma corrente que roda conforme o movimento do motor e esta faz movimentar o portão que está ligado num suporte específico à corrente. Nos automatismos de batente, os atuadores lineares ou rotativos, conforme o modelo, utilizam um conjunto de engrenagens para estender ou retrain o braço de acionamento, no caso de atuadores lineares, e utilizam um conjunto de engrenagens de parafuso de rosca sem fim para girar a haste interna e movimentar a porca em dois sentidos, no caso de atuadores rotativos. Estes dois tipos de movimento nos automatismos de portões de batentes com o portão conectado ao motor, fazem com que este se abra ou feche, conforme o pedido. Em relação aos controlos de acessos, nomeadamente barreiras automáticas, estas reduções após a saída do motor estão ligadas diretamente à haste da barreira que faz com que esta suba ou desça.



Todos os sistemas de automação residencial, industrial e controlos de acessos instalados têm, por obrigação, um sistema de desbloqueio de emergência manual, caso exista algum problema com o equipamento para manutenção ou para se poder movimentar manualmente caso falta a alimentação da rede elétrica. Este desbloqueio pode ser feito através de uma chave, alavanca ou puxador de corda. Este sistema funciona como uma embraiagem onde desbloqueia o motor das reduções de saída, ficando assim o motor a trabalhar em “falso” caso seja ligado e é possível mover a carga manualmente.

A nível de controlo de paragem da carga, estes automatismos, conforme o modelo, são controlados por fins de curso eletrónicos do tipo micro interruptores, fins de curso indutivos, ou magnéticos, ou *encoders* (codificadores) incrementais ou absolutos. Estes dispositivos estão ligados à unidade de controlo da máquina e têm a função de informar o controlador de quando deve desligar a alimentação dos motores, caso a carga chegue a um certo ponto específico.

Os motores de uso industrial para uso residencial, variam pela grande diferença de potências e a possibilidade de trabalharem em ciclos contínuos durante grandes períodos de tempo, alguns mesmo 24 horas seguidas. Isto deve-se a terem um bom sistema de refrigeração a ar no motor, um dissipador, não o deixando sobreaquecer por excessiva utilização. Referindo também que todos os automatismos e controlos de acesso são recomendados pelo fabricante a exercerem funções em ambientes com condições ambientes que podem variar dos  $-15^{\circ}\text{C}$  a  $+60^{\circ}\text{C}$ , a largura aceitável de temperatura vai depender do modelo escolhido.

Por fim ainda em relação aos motores destes automatismos, na escala de decibéis (dB) a nível de pressão sonora de sons no ambiente, todos eles possuem o ruído inferior a 70 dB, o que corresponde por exemplo ao barulho de um aspirador. Este valor é considerável sem risco sonoro para o ser humano.

Depois da alimentação, do motor, das reduções, existe, dentro do automatismo, uma unidade de controlo (controlador), a parte mais importante do automatismo, que controla todo o funcionamento da máquina. É a “parte inteligente” do mesmo, trata-se de um conjunto de componentes eletrónicos gerais (resistências, condensadores, relés, LED’s, transístores, bornes, transformador, varistores, fusíveis, etc) e componentes específicos (microcontroladores, *trimmers*, *switches*, *displays*, botões, etc), cada um com a sua devida

função. Todos estes estão ligados através de um circuito impresso, pré-estabelecido e programado de fábrica, sendo posteriormente configurado consoante o fim a que se destina e às necessidades de utilização. Apesar de haver para cada modelo uma versão diferente de unidades de controlo, o fundamento e o funcionamento é idêntico em todas.

Em primeiro lugar, estas unidades de controlo são alimentadas a 220-230 V ou a 400 V conforme o modelo pretendido, em segundo o controlador está protegido na entrada por um fusível de proteção do tipo de fusão lenta contra curto-circuitos. Tem a função de proteger a entrada do circuito e interromper a passagem de corrente elétrica caso ultrapasse um certo valor. O seu dimensionamento varia em cada modelo dependendo do motor usado. A escolha de ser de fusão lenta é devido aos motores assumirem corrente de arranque elevadas por um curto período de tempo em comparação às condições normais de funcionamento.

Depois da proteção do fusível de entrada a corrente e tensão passam por um varistor, um componente eletrónico onde o seu valor de resistência elétrica é uma função inversa da tensão aplicada aos seus terminais. É utilizado como proteção contra sobretensões no circuito.

Após o varistor a corrente atravessa um transformador onde este transforma os valores de tensão da rede, 230 V AC na bobina primária, em 24 V AC na bobina secundária. Estes valores vão alimentar todo o circuito eletrónico da unidade de controlo.

Posteriormente da transformação, o sistema está protegido novamente com um novo fusível, o dimensionamento deste já depende muito do tipo de motor que está ligado à unidade de controlo. Se for um motor de 24 V este segundo fusível limita a corrente que vai para todo o circuito, inclusive as saídas dos relés de 24 V que atacam a alimentação do motor. Se for uma unidade de controlo que alimente um motor de 230 V, o segundo fusível apenas limita a corrente que vai para o circuito eletrónico, tendo um parâmetro de corrente muito mais baixo. Em automatismos de 230 V, o primeiro fusível além de proteger a entrada de alimentação, também está ligado, após a saída do fusível, à parte secundária dos relés de atrancamento do motor. Neste caso, a bobina primária do relé é acionada pela parte do circuito de 24 V.

Em seguida à transformação e às proteções, como falado anteriormente, existem unidades de controlo que alimentam motores de 24 V DC ou 230 V AC, no caso de controladores

com motores a 24 V DC, estes possuem, após o segundo fusível de proteção, um retificador de onda completa em ponte, constituído por díodos, um condensador e um díodo *zener*. A corrente que passa pelo retificador é convertida numa corrente contínua através dos díodos, que conduzem corrente apenas num sentido. No condensador é reduzida a ondulação de tensão, e a tensão de “*ripple*” que sai do resultado é eliminada através de um díodo *zener*. Nas unidades de controlo com motores a 230 V AC, após a transformação, a tensão e corrente geradas (AC) alimentam o circuito diretamente.

Dito anteriormente, tanto as unidades de controlo de automatismos AC ou DC, possuem relés para atracar a alimentação do motor. Para cada motor são necessários dois relés, para os dois sentidos de rotação, que são atracados através de um transístor controlado pelo processador do controlador. O processador envia um sinal digital para a base do transístor que faz com que este conduza. Ao conduzir envia uma pequena corrente suficiente para estabelecer uma corrente entre os terminais do coletor-emissor, suficiente para alimentar os bobinas dos relés. Quando o relé atraca, os contatos do setor secundário do relé deixam de estar em repouso e mudam a condição do circuito, ligando o circuito de alimentação do motor. Os relés normalmente usados neste tipo de controladores são acionados no setor primário com 12/24 V, em DC caso seja um controlador com retificador, devido a ter motores a 24 V DC, ou em AC se for uma unidade de controlo com motores a 230 V e o circuito seja a 24 V alternados. O setor secundário do relé como está interligado com o circuito do motor, este suporta elevadas correntes e tensões, até 16 amperes e 250 V AC ou 30 V DC. Uma grande vantagem de usar relés para acionar motores é usar baixas tensões e correntes para o comando no primeiro circuito, protegendo o automatismo de possíveis tensões e corrente elevadas que irão circular no segundo circuito.

Além dos relés eletromecânicos que atracam o motor, alguns controladores, dependendo do modelo, também possuem relés para acionar sinalizadores luminosos ou fechaduras elétricas quando necessárias. Caso não os tenham estes podem ser ligados em paralelo com as saídas do motor (fase e neutro). O sinalizador só está ativo quando o motor está em movimento.

No circuito impresso alimentado a 24 V após as proteções existem além dos relés, diversos componentes eletrónicos que fazem parte dos parâmetros e lógicas a configurar na máquina, além do processador que regista e guarda todas as informações, usam-se

potenciômetros logarítmicos com resistência elétrica ajustável. Estes são usados, interligados com o processador da máquina, para definir parâmetros na unidade de controlo. A nível de lógica é utilizado um *DIP Switch* de 8 interruptores, são usados para mudar o estado das lógicas gravadas no processador. Alguns modelos de unidades de controlo mais recentes já utilizam para a programação dos controladores apenas um display com botões de *switch*. É usada para definir ou alterar parâmetros e lógicas, a sua grande vantagem é que se torna mais simples para o instalador e para alguma alteração ou manutenção a fazer no sistema.

Em relação às comunicações estes controladores têm integrado no circuito impresso um recetor *Rolling Code*, ou de Código fixo no caso dos controladores mais antigos, que capta frequências a 433.92 MHz e com uma memória capaz de gravar até 63 comandos diferentes. O seu funcionamento mais detalhado será explicado mais à frente.

As entradas e saídas das unidades de controlo não variam muito de modelo para modelo, podem possuir dois tipos de entrada de alimentação, dependendo se é um controlador alimentado a 230 V monofásicos ou alimentação trifásica em unidades de controlo com motores mais potentes. Todas estas dispõem também entradas de sinais de comando, como entradas de *START*, *OPEN*, *STOP*, *PHOT* (sinal de fotocélula), *SWO* e *SWC* (sinais de fins de curso), e em alguns modelos de controladores, nomeadamente controladores de automatismos para portões de batente, têm uma entrada *PED* (sinal pedonal para abrir apenas uma folha). Referente às saídas dos controladores, estes podem ter três tipos de saídas para motores, três saídas para motores monofásicos AC, duas fases de rotação e neutro, mais o condensador de arranque, quatro saídas para motores trifásicos AC, neutro e fases, e duas saídas para motores DC, negativo e positivo. Dentro das alimentações de saídas também possuem bornes específicos para alimentar acessórios como sinais luminosos e fotocélulas. O sinal de saída para as fotocélulas pode ser em 24 V AC ou DC, dependendo se o controlador possui retificador ou não. Na questão do sinal luminoso, a saída é feita em 230 V AC, ou 24 V AC ou DC, dependendo pelos mesmos motivos anteriormente falados. Estas unidades de controlo têm um borne específico de segurança, 24 V Safe+, em que só é usado para testar o funcionamento das fotocélulas numa nova instalação, o controlador desliga e liga a alimentação das fotocélulas para ver como se comportam, se as fotocélulas se comportarem conforme o pedido, é mudado o cabo de alimentação de 24 V Safe + para 24 V+, em normal funcionamento o borne de segurança

não é utilizado. Por fim possuem um borne específico para a antena, para aumentar o alcance de receção de ondas de radio frequência para o recetor incorporado na placa.

### 3.2. Automatismos de uso Residencial para Portões de Correr

O Deimos AC A é um automatismo de uso residencial com um motor monofásico de correr alternada, enquanto o Deimos BT A e Ultra BT, também de uso residencial, mas com motores de 24 V em corrente contínua. Uma das vantagens é, sendo motores DC e através do controlador, terem um limitador de binário eletrónico regulável, desaceleração na abertura e fecho, serem mais silenciosos e consumidores de menos potência. O modelo BT possui fins de curso eletromecânicos e o Ultra BT fins de curso magnéticos.

Algumas das características destes automatismos são a programação mediante potenciómetros e *dip-switch*, um recetor bi-canal integrado e deteção de avarias mediante LED's.

Na seguinte figura é mostrado um modelo e a unidade de controlo dedicada numa instalação feita durante o estágio, a tabela 8 e figura 35 são referentes às características do modelo Deimos AC A 600 e o esquema da unidade de controlo do mesmo, com os bornes de ligações.



Figura 34-Deimos AC 600 e ALPHA SD (Adaptado)

*Tabela 8- Características Deimos AC A 600 [52]*

Modelo AC A	600
Alimentação	110-120 V 50/60 Hz 220-230 V 50/60 Hz
Rotações do motor	1400 min <sup>-1</sup>
Condensador	14 µF (220-230V) 50 µF (120 V)
Potência absorvida	400 W
Proteção Térmica	150°C
Classe isolamento	F
Módulo pinhão(Standard)	4 mm (14 dentes)
Veloc. Folha (Standard)	9 m/min
Peso max. Folha (Standard)	6000 N (±600 kg)
Binário máximo	18 Nm
Relação redução	1/30
Lubrificação	Graxa permanente
Manobra manual	Desbloqueio mecânico por alavanca
Tipo de utilização	Semi-intensivo
Unidade de controlo	ALPHA SD
Condições ambientais	De -20°C a + 55°C
Grau de proteção	IP 24
Ruído	<70 dBA
Peso do operador	8,1 kg (± 71N)
Ciclo máximo	5 ciclos/h com manobra de 50 segundos

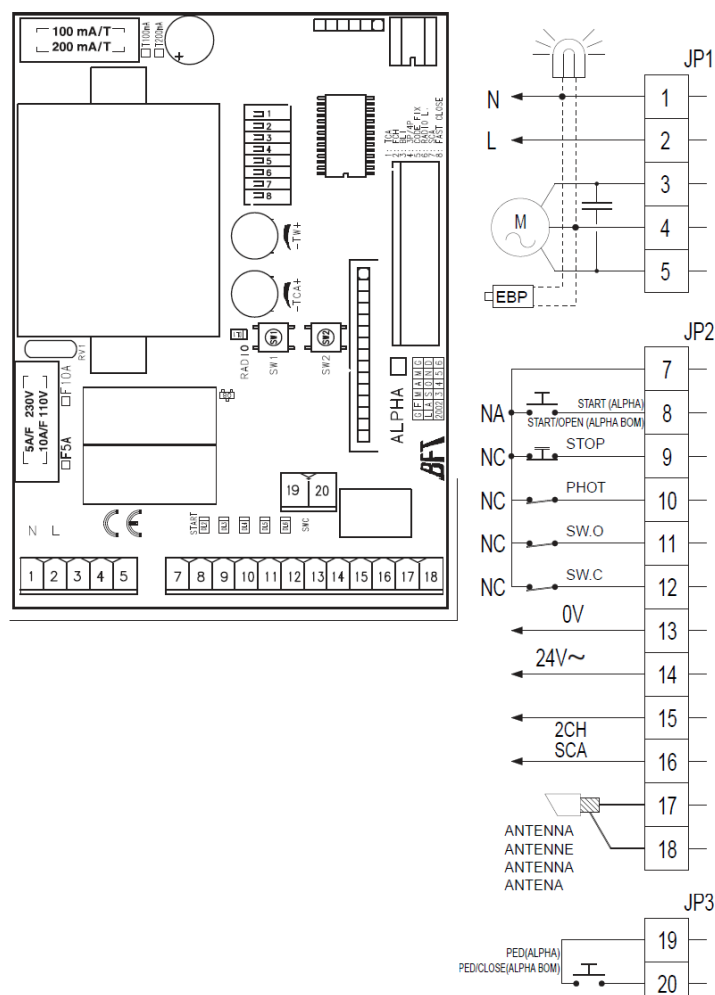


Figura 35-Esquema controlador ALPHA SD(Adaptado) [53]

Os modelos apresentados seguidamente são os modelos BT A e ULTRA BT A, sendo automatismos com características muito semelhantes, a unidade de controlo utilizada é a mesma. As duas grandes diferenças nas características destes automatismos para o Deimos AC é a possibilidade de utilizar baterias devido a ser um sistema DC, a possibilidade de regular a velocidade eletronicamente e com isso ter uma desaceleração na abertura e no fecho. A programação no Deimos Ultra BT é simplificada através de um display programável.

A figura 36 é indicativa a um modelo BT ultra e respetiva unidade de controlo, as tabelas 9 e 10 são referentes às características dos automatismos BT e a figura 37 é relativa ao esquema do controlador destes modelos.

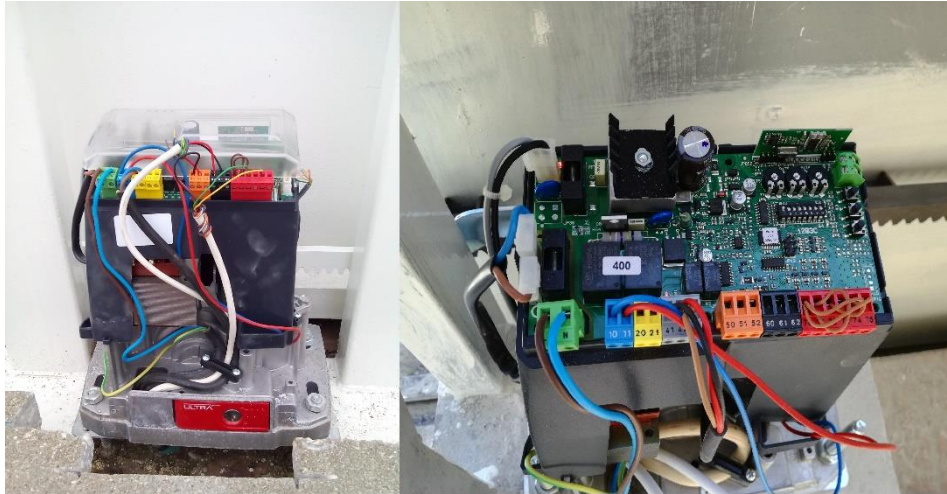


Figura 36-Deimos Ultra BT e Hamal(Adaptado)

Tabela 9-Características Modelos BT A [54]

Modelo BT A	400	600
Alimentação	110-120 V 50/60 Hz 220-230 V 50/60 Hz	110-120 V 50/60 Hz 220-230 V 50/60 Hz
Motor	24 V DC	24 V DC
Potência absorvida	50 W	70 W
Corrente max. absorvida	0,5 A (230 V) -1 A (110 V)	0,5 A (230 V) -1 A (110 V)
Módulo pinhão(Standard)	4 mm (14 dentes)	4 mm (14 dentes)
Veloc. Folha (Standard)	12 m/min	12 m/min
Peso max. Folha (Standard)	4000 N ( $\pm 400$ kg)	6000 N ( $\pm 600$ kg)
Binário máximo	20 Nm	30 Nm
Reação ao choque	Limitador de binário eletrónico	Limitador de binário eletrónico
Lubrificação	Graxa permanente	Graxa permanente
Manobra manual	Desbloqueio mecânico por alavanca	Desbloqueio mecânico por alavanca
Tipo de utilização	Intensivo	Intensivo
Baterias tampão(opcionais)	2 baterias de 12V 1,2 Ah	2 baterias de 12 V 1,2 Ah
Condições ambientais	De -20°C a + 55°C	De -20°C a + 55°C
Grau de proteção	IP 24	IP 24
Ruído	<70 dBA	<70 dBA
Peso do operador	7 kg ( $\pm 70$ N)	7 kg ( $\pm 70$ N)



Tabela 10- Características Modelos Ultra BT [55]

Modelo Ultra BT A	400	600
Alimentação	110-120 V 50/60 Hz 220-230 V 50/60 Hz	110-120 V 50/60 Hz 220-230 V 50/60 Hz
Motor	24 V DC	24 V DC
Potência absorvida	50 W	70 W
Corrente max. absorvida	0,5 A (230 V) -1 A (110 V)	0,5 A (230 V) -1 A (110 V)
Módulo pinhão(Standard)	4 mm (14 dentes)	4 mm (14 dentes)
Veloc. Folha (Standard)	12 m/min	12 m/min
Peso max. Folha (Standard)	4000 N ( $\pm 400$ kg)	6000 N ( $\pm 600$ kg)
Binário máximo	20 Nm	30 Nm
Reação ao choque	Limitador de binário eletrônico	Limitador de binário eletrônico
Lubrificação	Graxa permanente	Graxa permanente
Manobra manual	Desbloqueio mecânico por alavanca	Desbloqueio mecânico por alavanca
Tipo de utilização	Intensivo	Intensivo
Baterias tampão(opcionais)	2 baterias de 12V 1,2 Ah	2 baterias de 12 V 1,2 Ah
Condições ambientais	De -20°C a + 55°C	De -20°C a + 55°C
Grau de proteção	IP 44	IP 44
Ruído	<70 dBA	<70 dBA
Peso do operador	7 kg ( $\pm 70$ N)	7 kg ( $\pm 70$ N)

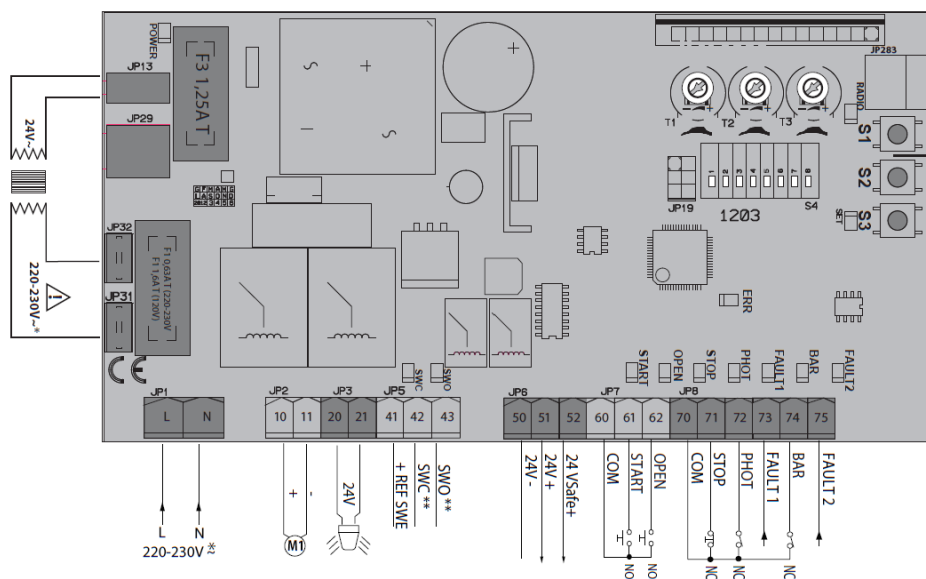


Figura 37-Esquema controlador Hamal [56]

### 3.3. Automatismos de uso Industrial para Portões de Correr

Os modelos para uso industrial, o ICARO e SP3500, são motores mais robustos, motores de corrente alternada, com elevado binário e potência, capazes de funcionar em serviço contínuo com enormes cargas devido ao seu sistema de refrigeração ligado ao motor. A diferença entre estes dois automatismos é haver um modelo monofásico e outro trifásico. Sendo o trifásico, o SP3500, um automatismo com maior binário e uma relação de redução maior, com isto tem incorporado um freio elétrico adicional, um travão que ajuda o motor a parar rapidamente devido às grandes cargas que pode suportar.

As seguintes figuras são relativas a instalações feitas deste tipo de automatismos e as tabelas 11 e 12 são referentes às características dos automatismos ICARO e SP3500. As figuras 40 e 41 relativas aos esquemas dos controladores destes modelos.



*Figura 38-Modelo Icaro e respetiva unidade de controlo(Adaptado)*



*Figura 39-Modelo SP3500 e respetiva unidade de controlo(Adaptado)*

Tabela 11-*Características ICARO [57]*

Modelo ICARO	V
Alimentação	110-120 V 50/60 Hz 220-230 V 50/60 Hz
Rotações do motor	1400 min <sup>-1</sup>
Condensador	25 µF (220-230V) 100 µF (120 V)
Potência absorvida	750 W
Proteção Térmica	140°C
Classe isolamento	F
Módulo pinhão(Standard)	4 mm (18 dentes)
Veloc. Folha (Standard)	9 m/min
Peso max. Folha (Standard)	2000 kg
Binário máximo	40 Nm
Relação redução	1/38
Lubrificação	ERGOIL
Manobra manual	Desbloqueio mecânico por alavanca
Tipo de utilização	Muito intensivo
Unidade de controlo	LEO
Condições ambientais	De -15°C a + 60°C
Grau de proteção	IP 24
Ruído	<70 dBA
Peso do operador	25 kg (± 250N)
Ciclo máximo	Serviço contínuo

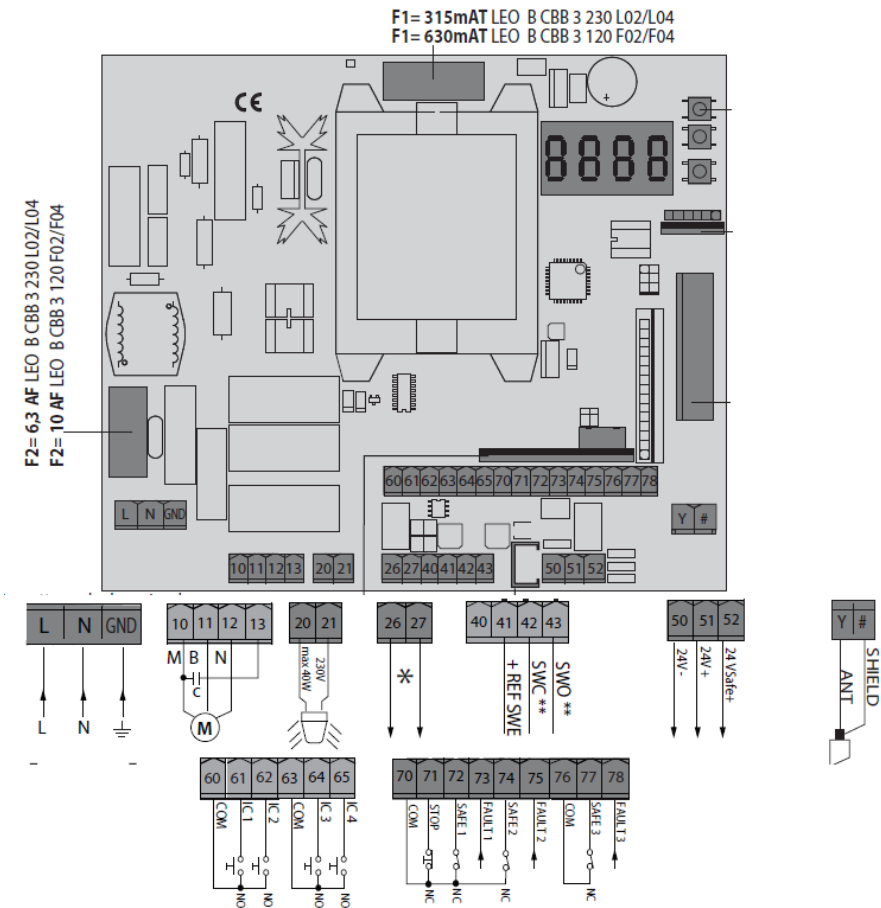


Figura 40-Esquema controlador LEO(Adaptado) [58]

Tabela 12- Características SP3500 [59]

Modelo SP3500	TRI 400
Alimentação	Trifásico+N 400V ou 230 V
Proteção	Disjuntor
Potência absorvida	550 W
Corrente max. absorvida	2A (400V) ou 3 A(230V)
Classe isolamento	F
Módulo pinhão(Standard)	6 mm (19 dentes)
Veloc. Folha (Standard)	10,5 m/min
Peso max. Folha (Standard)	3500 kg
Binário máximo	50 Nm
Relação redução	1/50
Lubrificação	óleo
Manobra manual	Desbloqueio mecânico com chave
Tipo de utilização	Muito intensivo

Unidade de controlo	SIRIO TEL
Condições ambientais	De -15°C a + 50°C
Grau de proteção	IP 54
Peso do operador	54 kg
Ciclo máximo	Serviço contínuo

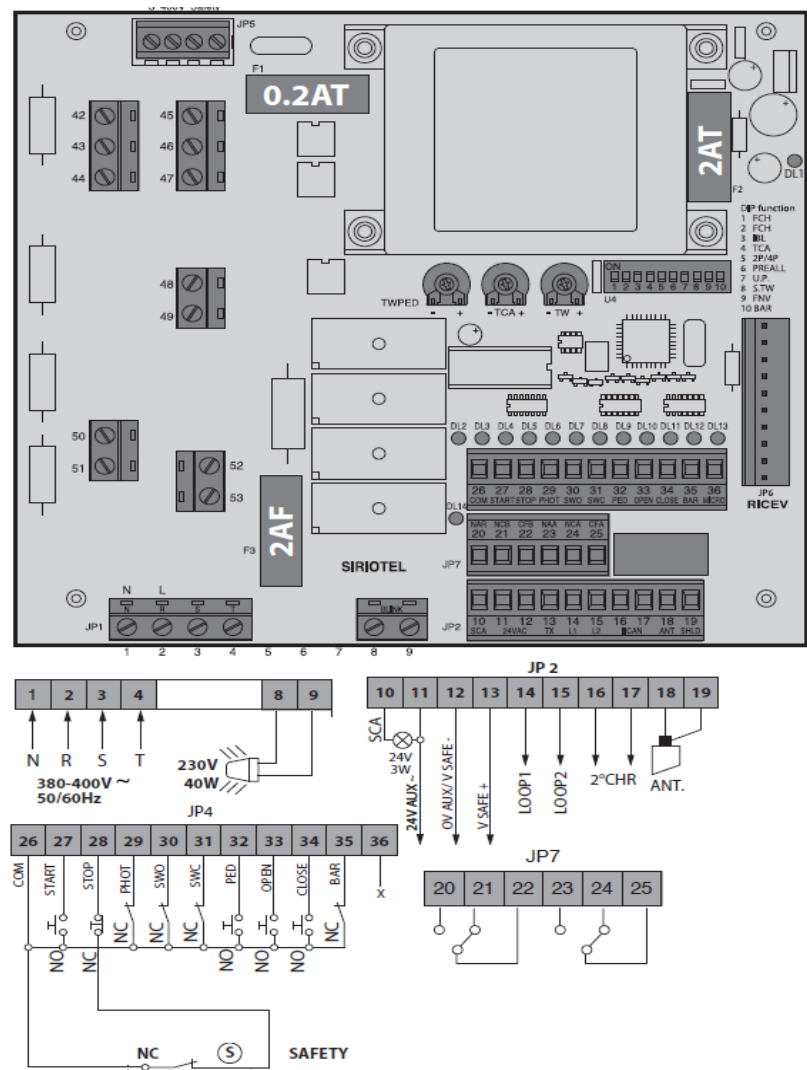


Figura 41-Esquema controlador SIRIO TEL (Adaptado) [60]

### 3.4. Automatismos de uso Residencial para Portões de Batente

Neste subcapítulo mostra-se as características dos acionadores eletromecânicos instalados para automatizar portões batente do tipo residencial. O motor redutor mantém o portão bloqueado no fecho e na abertura, sem a necessidade de uma fechadura elétrica para folhas com portas com um comprimento máximo de 3 metros. Este tipo de atuadores possuem um limitador eletrónico de binário que é comandado pela unidade de controlo. São dotados de um sistema de deteção de obstáculos conforme as normas EN 12453 e EN 12445, estas normas serão mais bem referidas no próximo capítulo.

Este tipo de acionador eletromecânico é um dispositivo usado para fornecer força numa determinada carga, utilizando um motor elétrico. A saída deste tipo de automatismo pode ser linear ou rotativa. Os automatismos estudados e instalados durante o período de estágio, neste tipo de modelos, foram o PHOBOS, motor com saída rotativa, e o KUSTOS, motor com saída linear.

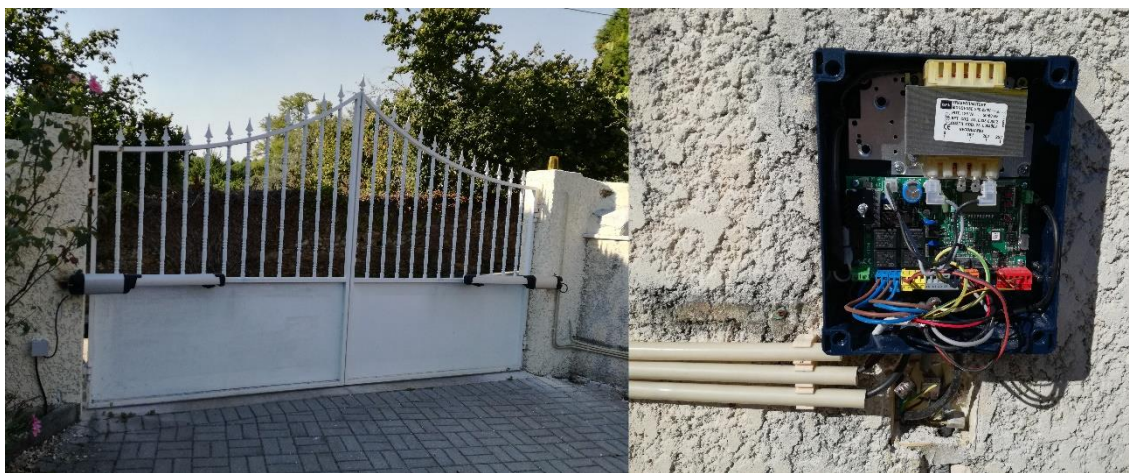
Os atuadores lineares utilizam um conjunto de engrenagens para estender e retrainir o braço de acionamento. Os do tipo rotativo também utilizam engrenagens para transferir movimento, dependendo dos requisitos de torque de aplicação. A rotação dos motores com saída linear é traduzida num movimento linear lento e mais poderoso a nível de binário através de um conjunto de engrenagens de parafuso de rosca sem fim. À medida que a haste gira, a porca move-se para os lados, direito ou esquerdo conforme a rotação do motor, para fornecer o movimento necessário. O atuador elétrico rotativo fornece uma baixa velocidade e alto torque rotativo, e este tipo de atuador estende ou retrai o braço de acionamento para transferir movimento: São geralmente instalados em situações onde seja preciso produzir valores mais altos de torque em baixas velocidades.

São fixados ao lado do portão, sendo um de cada lado, e ligados à unidade de controlo. Dependendo do tipo de modelo, a unidade de controlo é alimentada a 220-230 V a 50/60 Hz, e estão disponíveis nas versões de motores AC ou DC para este tipo de caso, com potências que variam dos 40 W, no caso dos motores em corrente contínua, e até 300 W em corrente alternada para cada motor, com cargas suportadas que variam de peso máximo de 400 a 500 kg cada folha (portão).



O funcionamento deste tipo de motores e unidade de controlo é bastante semelhante aos dos de portões de correr. São utilizados condensadores de arranque nos motores em corrente alternada, para ajudar o motor no arranque acoplado à carga. Apesar de não estudados, para portões de grandes dimensões, são utilizados motores hidráulicos em vez de trifásicos.

A figura 42 e 43 são relativas a instalações efetuadas durante o período de estágio. As tabelas e imagens abaixo, são referentes às características e a cada modelo, PHOBOS e KUSTOS, e da respetiva unidade de controlo, ALTAIR e LIBRA.



*Figura 42-Automatizmos PHOBOS BT e respetivamente unidade de controlo(Adaptado)*



*Figura 43--Automatizmos KUSTOS BT e respetivamente unidade de controlo(Adaptado)*



Tabela 13- Características PHOBOS/KUSTOS [61] [62]

Modelos	PHOBOS A 50	PHOBOS/KUSTOS BT 40
Alimentação	110-120 V 50/60 Hz 220-230 V 50/60 Hz	110-120 V 50/60 Hz 220-230 V 50/60 Hz
Motor	230 V AC	24 V DC
Potência absorvida	210 W	40 W
Corrente absorvida	0,8 A	1,5 A
Classe de Isolamento	F	F
Proteção Térmica	110°C	110°C
Velocidade do espigão	15 mm/s aprox	15 mm/s aprox
Final de curso	Tempo de trabalho	Magnéticos
Manobra manual	Chave personalizada de desbloqueio	Chave personalizada de desbloqueio
Peso max por folha	5000 N ( $\pm 500$ kg)	5000 N ( $\pm 500$ kg)
Peso do operador	7,7 kg	7,7 kg
Lubrificação	Graxa permanente	Graxa permanente
Tipo de utilização	Semi-intensivo	Semi-intensivo
Unidade de controlo	ALTAIR P	LIBRA C GS
Condições ambientais	De -20°C a + 55°C	De -20°C a + 55°C
Grau de proteção	IP 44	IP 44

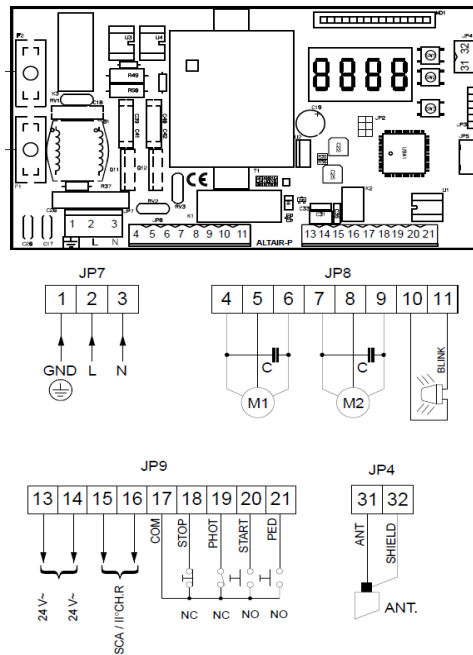


Figura 44-Esquema Controlar ALTAIR-P (Adaptado) [63]

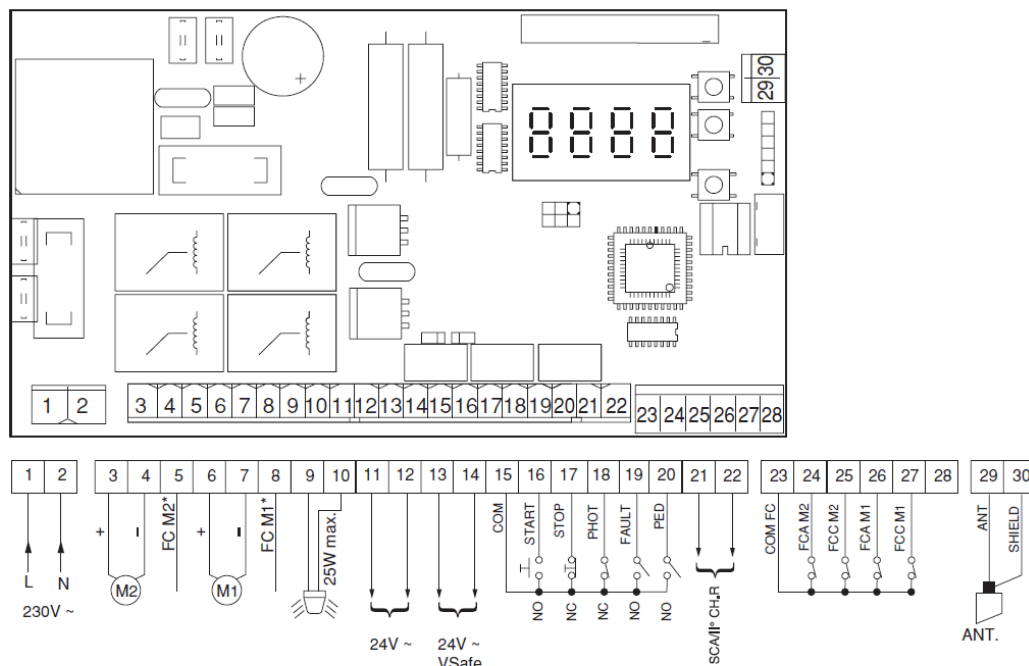


Figura 45-Esquema controlador LIBRA (Adaptado) [64]

### 3.5. Automatismos de uso Residencial/Industrial para Portões de Teto

O subcapítulo seguinte mostra os vários modelos de automatismos estudados e instalados para uso em portões basculantes ou seccionados. Modelos como BOTTICELLI, EOS e ARGO. Automatismos eletromecânicos para uso intensivo/muito intensivo, concebidos para este tipo de automatização. São adequados para uma instalação em qualquer contexto, do residencial ao condomínio, graças à variedade de carris de correntes disponíveis em vários comprimentos. A unidade de controlo e o fim de curso com codificador, e batente mecânico estão integrados receptivamente no automatismo e no carril.

Na imagem seguinte mostra os automatismos ARGO, BOTTICELLI/EOS respetivamente e a sua unidade controlo. Na tabelas e imagem abaixo da imagem nº 46 estão referidas as características de cada modelo, juntamente com a imagem do controlador. Todos estes modelos utilizam a mesma unidade de controlo, mudando praticamente apenas o dimensionamento do fusível de entrada, visto que os motores possuem diferentes potências e a nível de configurações serem equipadas com display ou potenciómetros e *DIP Switch*.



Figura 46-Automatismo ARGO, EOS e respetivo controlador (Adaptado)

Tabela 14-Características Modelos Portões de teto [65] [66]

Modelo	BOTTICELLI	EOS 120	ARGO
Alimentação	110-120 V 50/60 Hz 220-230 V 50/60 Hz	110-120 V 50/60 Hz 220-230 V 50/60 Hz	110-120 V 50/60 Hz 220-230 V 50/60 Hz
Alimentação do motor	24 V DC	24 V DC	24 V DC
Velocidade de abertura	5 m/min	4,5 m/min	-
Dimensões do portão	Portão com max de 10 m <sup>2</sup>	Portão com max de 16 m <sup>2</sup>	Portão com max de 35 m <sup>2</sup>
Força de tração	600 N	1200 N	55 Nm
Reação a impacto	Limitador de binário eletrónico	Limitador de binário eletrónico	Limitador de binário eletrónico
Fim de curso	Encoder Incremental	Encoder Incremental	Encoder Absoluto
Nº max de manobras por dia	20	100	350
Lubrificação	Graxa permanente	Graxa permanente	Graxa permanente
Manobra manual	Com corda ou cabo de aço	Com corda ou cabo de aço	Desbloqueio por puxador
Tipo de utilização	Semi-intensivo	intensivo	Muito intensivo
Unidade de controlo	VENERE	VENERE	VENERE
Condições ambientais	De -15°C a + 60°C	De -15°C a + 60°C	De -15°C a + 55°C
Grau de proteção	IP 40	IP 40	IP 40
Ruído	<70 dBA	<70 dBA	<70 dBA
Peso do operador	5 kg	5 kg	10 kg

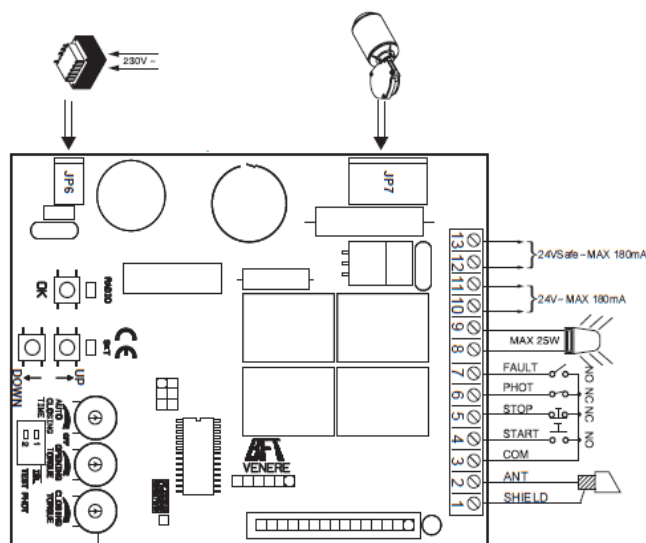


Figura 47-Esquema Controlador VENERE [65]

### 3.6. Controlos de Acesso- Portas Automáticas

Estes tipos de automatismos têm como objetivo de automatizar portas pedonais com folhas com um determinado peso. Possuem também uma unidade de controlo com programação através de um *display* interligado com um microprocessador que permite regular automaticamente todas as funções principais. O carril amortecido e as rodas de perfil garantem pouco ruído de movimento.

O automatismo é alimentado pela tensão da rede ( 230 V) onde passa por um sistema de alimentação, que incorpora um botão bipolar que permite desligar ou ligar a alimentação, e um fusível de proteção contra sobre correntes. A partir daí passa por um transformador de 26 V que alimenta a unidade de controlo. Esse controlador alimenta o motor de 24 V de corrente contínua e acessórios, como radares e fotocélulas. O fim de curso neste tipo de sistemas é controlado por um *encoder* absoluto. Sendo um automatismo que funciona em corrente contínua, incorpora um kit de baterias ligadas à unidade de controlo caso a energia falhe e deixe de funcionar o transformador no início do circuito.

Nas seguintes figuras mostra os esquemas de ligações do controlador, as suas saídas e um automatismo em pré funcionamento antes de ser levado para o local da instalação.

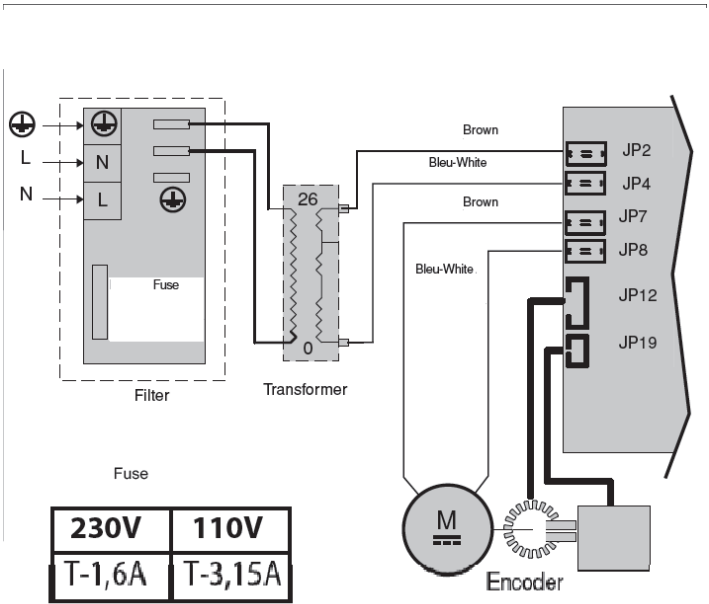


Figura 48-Esquema de Ligações Automatismo VISTA SL [67]

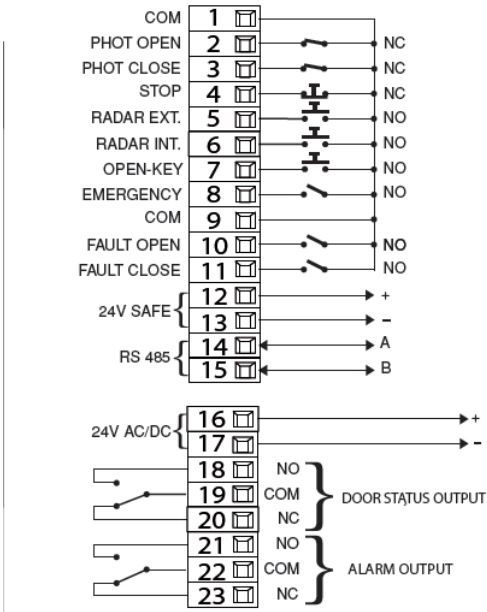


Figura 49-Ligações da controlador VISTA SL [67]



*Figura 50-Automatismo VISTA SL*

### **3.7. Controlos de Acesso-Barreiras Automáticas**

Neste capítulo constata-se e apresenta-se os modelos de barreiras instalados durante o período de estágio na empresa. Tal como nos automatismos anteriores existem versões de motores em corrente contínua ou alternada, havendo assim maior oferta e variedade de modelos a optar numa instalação e uma maior escolha para o cliente.

Os modelos estudados e instalados foram a GIOTTO, uma gama de barreiras de uso intensivo e muito intensivo, capazes de gerir passagens úteis até 6 metros e disponíveis nas versões de 24 V DC. E por último o modelo MOOVI, barreiras de uso muito intensivo com capacidade de gerir passagens úteis até 5 metros. Este modelo utiliza motores de 230 V.

Estas barreiras são tipicamente instaladas em situações para controlar entradas pedonais ou de veículos, como por exemplo em passagens de níveis, parques de estacionamento, todo o tipo de situações de controlo de acesso e áreas restritas. Este tipo de automatismo, a nível de funcionamento, é muito semelhante aos anteriores descritos. Possui um controlador alimentado pela rede elétrica, essa unidade de controlo tem saídas para o moto redutor, de 24 ou 230 V, para fotocélulas e detetor de massas metálicas. O moto redutor vai rodar e levantar ou descer a haste da barreira, e a paragem no fecho e na abertura é controlada por fins de curso do tipo micro interruptores.



É controlada por sinais de *START* através de botões manuais ou através por um comando de radio frequência, visto que a unidade de controlo também incorpora um recetor *Rolling Code*. O esquema simplificado de o funcionamento de uma barreira automática e um exemplo instalado apresentam-se na tabela e figuras seguintes:

Modelo	GIOTTO S BT 30	MOOVI 60
Alimentação	220-230 V 50 Hz	220-230 V 50 Hz
Alimentação do motor	24 V DC	230 V AC
Potência absorvida	300 W	300 W
Classe de Isolamento	F	F
Tamanho da haste	3 m	6 m
Binário máximo	280 Nm	250 Nm
Tempo de abertura	2,5 s	8 s
Lubrificação	Graxa permanente	Graxa permanente
Manobra manual	Desbloqueio mecânico com chave	Desbloqueio mecânico com chave
Tipo de utilização	intensivo	Semi-intensivo
Unidade de controlo	LIBRA C GS	ALPHA BOM
Condições ambientais	De -20°C a + 55°C	De -20°C a + 55°C
Grau de proteção	IP 54	IP 24
Peso do operador	41 kg	35,6 kg
Fins de curso	Micro interruptores ajustáveis	Micro interruptores ajustáveis

Tabela 15- Características modelos *GIOTTO* & *MOOVI* [68] [69]



Figura 51- Barreira Automática



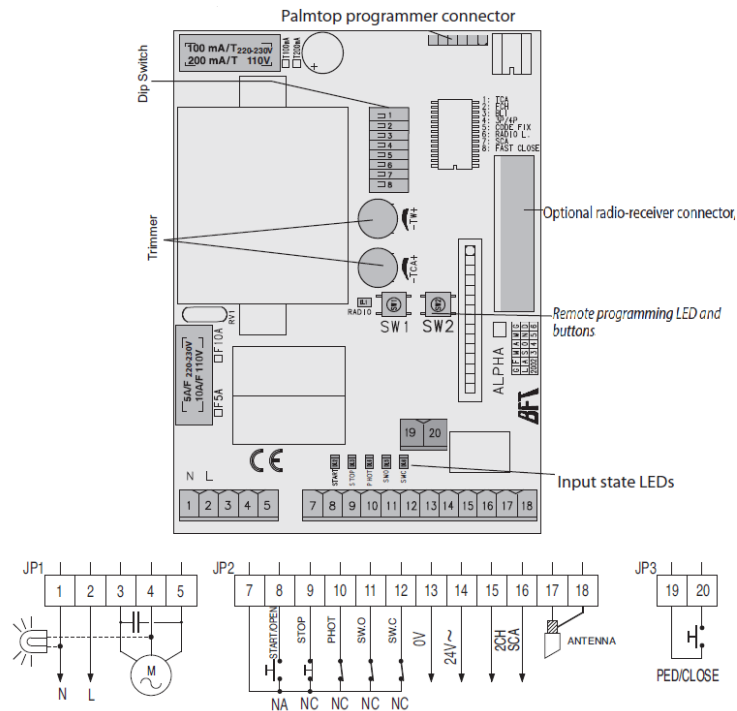


Figura 52-Esquema Controlada Alpha Bom (Adaptado) [68]

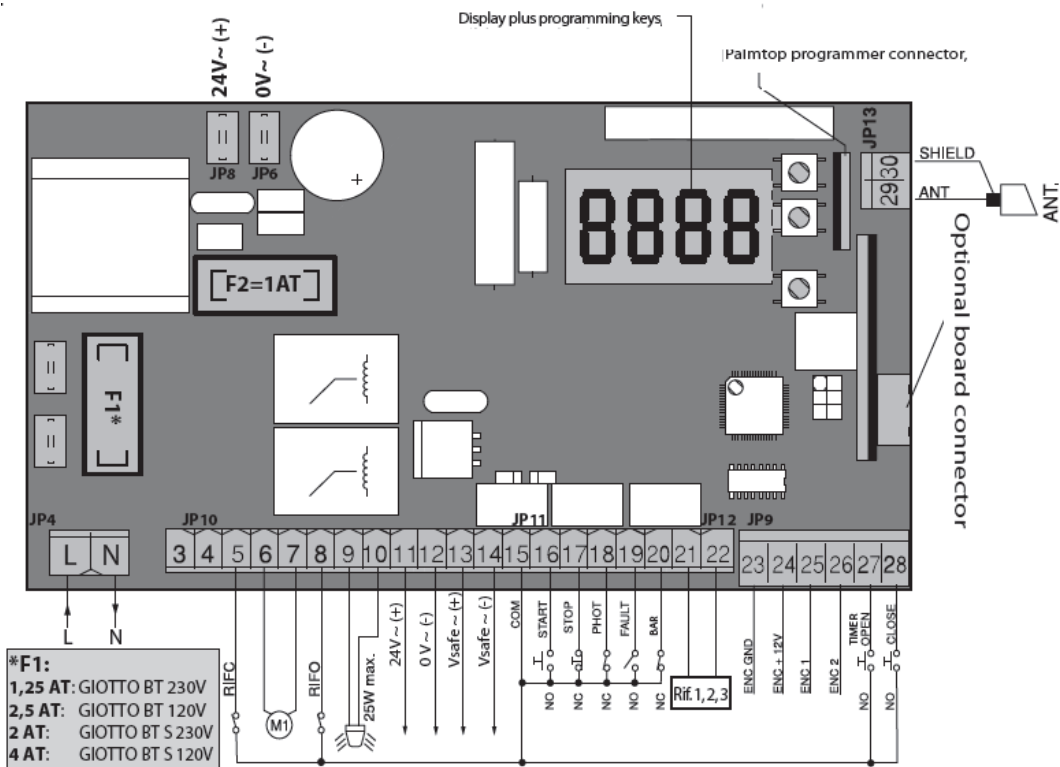


Figura 53-Esquema Controlador Libra C GS [69]

### 3.8. Acessórios

#### 3.8.1.1. Clonix

O recetor tem a função de receber esta informação e dismantelar a transmissão RF criptografada e recuperar o código fixo e o código *Rolling Code*. Ao comparar os códigos armazenados no seu sistema, um chip de armazenamento de dados incorporado na placa recetora que guarda o registo de todos os comandos programados, e vai determinar se o sinal recebido é autorizado e enviado para o microprocessador do controlador e gerar uma ação nos motores.

Os recetores *Rolling Code*, *CLONIX*, utilizados nos controladores da BFT, podem ser alimentados em corrente contínua ou alternada a 24 V, possuem um filtro que capta sinais de radio frequência a 433.92 MHZ, uma gama de frequência alta para não interferir com outro tipo de sinais, e devem possuir uma antena para melhor captação do sinal. O cabo recomendado deve ser RG58 com uma impedância a rondar os 50 Ohms, com esta antena o recetor consegue captar sinais até uma distância de 100 metros. A antena deve ser ligada aos terminais específicos no controlador do automatismo, que por sua vez estes terminais estão ligados por pistas ao recetor da placa recetora. Sem uma antena a capacidade de captação do recetor passa aproximadamente para 50 metros de alcance. A presença de massas metálicas perto da antena, pode causa interferência na receção de sinais radio. Nestes casos deve se deslocar a antena para um ponto mais apropriado.

Em caso de a memória do recetor interno ficar cheia ou o cliente pretenda acionar o automatismo a uma distância acima dos 100 metros, pode ser instalado um *clonix* exterior, de igual funcionamento como o incorporado na placa. A diferença é que este *clonix* está protegido com uma peça em plástico com IP de 44, devido a ser um modelo para o exterior. Este *clonix* deve ser alimentado a 24 V pelo controlador do automatismo e as saídas dos relés devem ligar ao comum e ao *start* da máquina.

Os transmissores *Rolling Code* são alimentados por uma bateria, uma pilha alcalina de 12 V do tipo 23A, que envia um sinal *Rolling Code* a uma frequência de 433.92 MHz com uma possibilidade de códigos de 4 biliões de combinações possíveis. O alcance do sinal vai variar dos obstáculos até ao controlador e se tem antena incorporada ou não. Em caso

da uma diminuição ou perda de alcance do transmissor pode ser devido ao fato das pilhas do transmissor estarem quase ou totalmente descarregadas.

Estes aparelhos estão em conformidade com os requisitos essenciais e a outras disposições relevantes da diretiva 99/5/CE da unidade europeia, relativa a equipamentos de rádio e equipamentos terminais de telecomunicações e ao reconhecimento mútuo da sua conformidade. Na imagem seguinte mostra-se os dados técnicos do recetor e transmissor:

#### **DADOS TÉCNICOS DO RECEPTOR**

Alimentação : da 12 a 28V= - da 16 a 28V~  
 Impedância antena : 50 Ohm (RG58)  
 Contacto relé : 1A - 33V~, 1A - 24V=  
 N° máx. radiotransmissores memorizáveis:

Versão receptor:	N° radiotransmissores:
CLONIX monocanal 128	128
CLONIX bicanal 128	128
CLONIX bicanal 2048	2048
CLONIX ESTERNA bicanal 128	128
CLONIX ESTERNA bicanal 2048	2048

#### **DADOS TÉCNICOS DO TRANSMISSOR MITTO:**

Frequência : 433.92MHz  
 Temperatura de funcionamento : -20 / +55°C  
 Código mediante : Algoritmo rolling-code  
 N° de combinações : 4 biliões  
 Alimentação : Pilha Alcalina 12V 23°  
 Alcance : 50 / 100 metros  
 Versões de transmissores : Bicanal, quadricanal

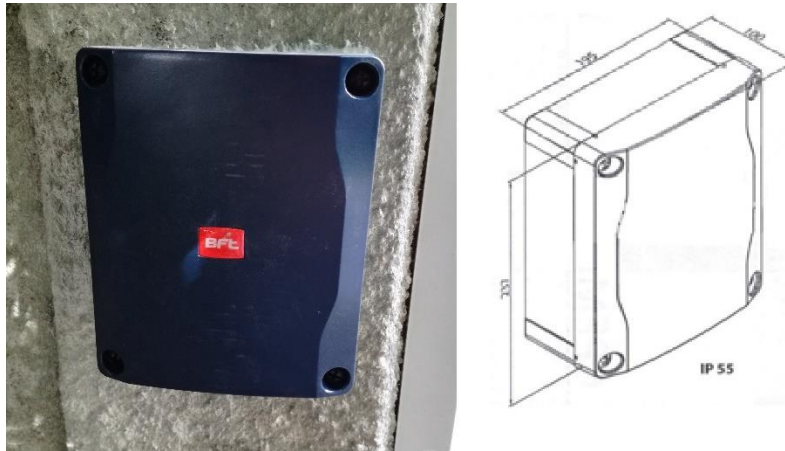
*Figura 54- Características Recetor/Emissor [70]*

### **3.8.1.2.CPEM**

A CPEM é uma caixa estanque utilizada para a colocação das centrais de controlo e transformadores dos automatismos. Normalmente é fixada à parede, com saídas e entradas por baixo e vedada com silicone em volta.

Este tipo de caixa estanque é feito de plástico rígido e está preparada com um grau de proteção de IP 55, mas para evitar que se forme condensação e facilitar a ventilação do interior da caixa, está preparada por debaixo num sitio específico para fazer uma pequena

fissura para gerar esse efeito. Ao efetuar esta operação a caixa passa a um grau de proteção de IP 44. Na seguinte imagem mostra o aspeto geral de uma caixa de estanque utilizado para este tipo de funções:



*Figura 55-Caixa Estanque CPEM [71]*

### **3.8.1.3.DESME-Fotocélulas**

As fotocélulas estão entre os elementos essenciais em sistemas de automação residencial e industrial. A sua principal função é que um determinado circuito seja ligado ou desligado automaticamente através da leitura da quantidade de luz de um sensor fotoelétrico que comanda um transístor que por sua vez abre ou fecha um relé normalmente fechado.

O sensor é capaz de variar uma pequena resistência de acordo com a quantidade de luz que é recebida sobre ele, e desta maneira, de acordo com essa resistência é possível fazer circular uma corrente pela bobina do relé que fará com que um contato possa abrir ou fechar, comutando assim o circuito a que estará ligado.

As funções das fotocélulas são parecidas às de um interruptor comum, mas como internamente existe um circuito eletrónico, para o seu funcionamento a mesma deve ser alimentada a 24 V.

Estas fotocélulas para aplicações exteriores constituídas por um par transmissor recetor, onde ambos são alimentados a 24 V por dois terminais de alimentação e a recetora por mais três condutores de sinal, estando estes ligados à unidade de controlo nas respetivas entradas de sinal e ligadas aos terminais do relé da fotocélula recetora, dois desses três contatos estão ligados ao comum e ao contato normalmente fechado do relé, o terceiro

sinal é apenas em caso de teste de funcionamento da fotocélulas, em normal funcionamento não é utilizado

Este produto cumpre as normas reconhecidas e em conformidade com as diretivas europeias, nomeadamente 2006/95/CEE, 2004/108/CEE. O dispositivo é do tipo D segundo EN12453 e está em conformidade com a diretiva 2006/42/CEE somente se estiver ligado a um quadro de controlo do mesmo fabricante dotado de circuito de verificação de avarias nos circuitos de segurança. Nas imagens seguintes mostra-se os dados técnicos das fotocélulas juntamente com os esquemas de ligações e um exemplo instalado:

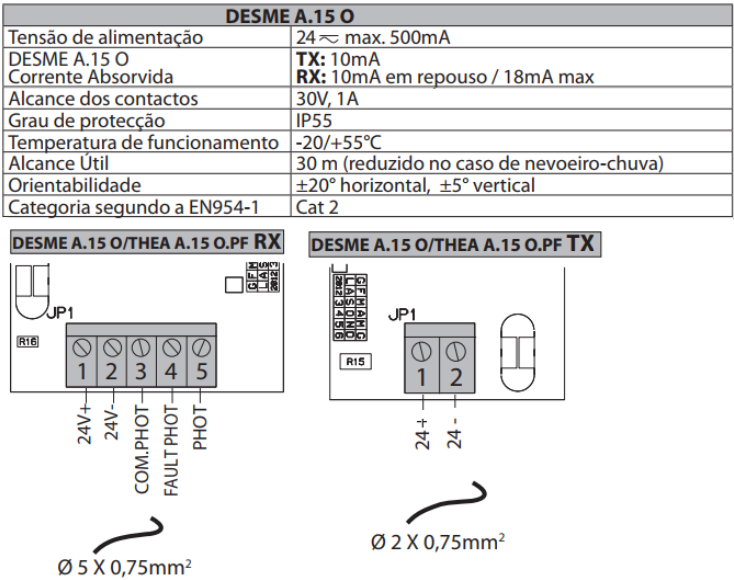


Figura 56- Características e esquema DESME [72]



Figura 57- Fotocélula DESME

#### 3.8.1.4.EBP-Fechadura Elétrica


Uma fechadura elétrica é um dispositivo de bloqueio que funciona por meio de corrente elétrica. Estas fechaduras podem ser autónomas com um conjunto de controlo eletrónico montado diretamente na fechadura, ou controlada por um sistema de controlo de acesso. O tipo mais básico de bloqueio eletrónico é um bloqueio magnético, um eletroímã é montado dentro da fechadura e uma armadura (cilindro metálico). Quando o ímã é alimentado, cria um campo magnético que segura a armadura, e a larga quando o deixa de ser.

Os modelos instalados são de 24 ou 230 V, sendo acionados através de uma saída da unidade de controlo através do atrancamento de um relé de saída. Deve ser alimentado com um cabo do tipo H07 RN-F com secção mínima de  $2 \times 1.5 \text{ mm}^2$ . Na imagem seguinte é mostra um exemplo instalado e a tabela caracteriza as características dos diferentes modelos EBP:



*Figura 58-EBP-Fechadura Elétrica*

Tabela 16- Características EBP's [73]

Mod.	EBP - EBPE52 - EBPE75 - EBPE90			
	EBP 230	EBP 110	EBP 24	EBP 12
Alimentação	230V~ ±10% 50/60Hz	110V~ ±10% 50/60Hz	110/230V~  24V~ ±10% 50/60Hz	12V~ ±10% 50/60Hz
Corrente de arranque	400mA	840mA	15A	24A
Corrente de manutenção da fechadura excitada	150mA	260mA	1,45A	3A
Temperatura de utilização	-20° ÷ +55°			
Grau de protecção	IP44			

### 3.8.1.5. Kit Baterias e placa SBS

O Kit de baterias é utilizado, em opção de clientes, em sistemas de automatismos que utilizem motores de 24 V em corrente contínua. Este kit é composto por duas baterias de chumbo-ácido recarregáveis (12 V com 1.2 Ah) ligadas em paralelo e uma pequena placa controladora.

A esta placa (SBS) é ligada os terminais do transformador da unidade de controlo que, por sua vez, recarrega as baterias e alimenta o circuito desta placa. Quando a energia elétrica falha a placa SBS continua a alimentar a unidade de controlo através das baterias, temporariamente. Com esta tecnologia é possível com falhas de energia temporárias continuar o funcionamento de todo o tipo de automatismos que funcionem com motores de 24 V DC. Na tabela e imagem seguinte demonstra-se o esquema de ligações de um kit de baterias e placa SBS e as suas características:

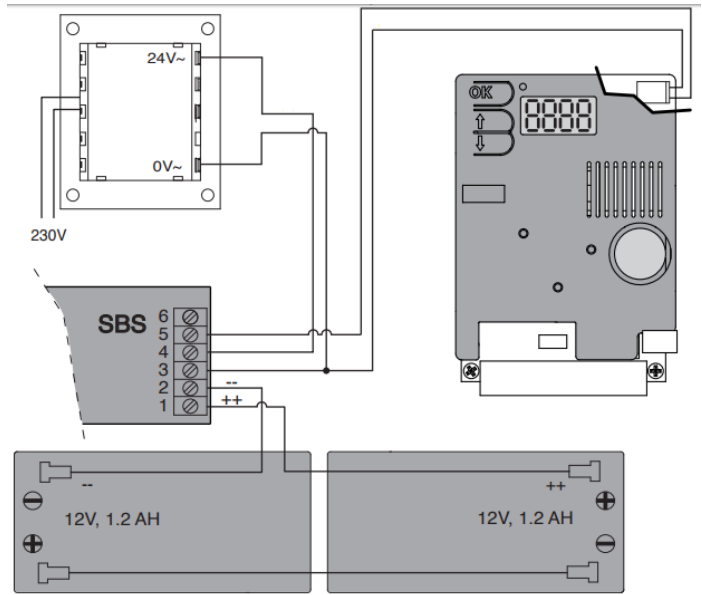


Figura 59-Esquema de ligações Placa SBS [74]

Tabela 17- Características Baterias [74]

Tensão de carga	27.2 V DC
Corrente de carga	130 mA
Dados medidos à temperatura exterior de:	25°C
Capacidade da bateria	2x (12V 1.2Ah)
Limite de proteção da bateria descarregada	20.4 V DC
Tempo de recarga da bateria	12/14 h

3.8.1.6. Radius-Sinalizador luminoso

Os sinalizadores intermitentes utilizados neste tipo de automatismos são como um sinal segurança visual para sinalizar o movimento de um portão ou porta automatizada. O sinalizador deve ser utilizado somente com os controladores do fabricante. Os modelos existentes são de 24 ou 230 V, com ou sem antena integrada.










O sistema de controlo deste sinal é controlado através de um transístor por recebe um sinal digital na sua base pelo microprocessador da unidade de controlo, este vai conduzir um sinal para a bobina de um relé. Quando o contato desse relé é acionado liga o circuito de alimentação do sinalizador. Esse sinalizador é constituído por um pequeno condensador e o casquilho com lâmpada, ligados em paralelo. O sinal digital enviado pelo microprocessador não é constante, assim que o transístor deixa de fazer efeito o circuito é aberto e a lâmpada passa somente a ser alimentada pela carga do condensador. O tipo de condensador varia conforme o modelo do sinalizador, de 24 ou 230 V. Estes pequenos



cortes no sistema de alimentação faz com que o sinalizador pisque, fazendo a função desejada.

Devido a serem dispositivos utilizados para ambientes exteriores, o circuito do sinalizador está protegido com uma carcaça em plástico com um IP de 44. A ligação à unidade de controlo deve ser feita com um cabo multipolar com uma secção mínima de 2x1.5 mm<sup>2</sup> e do tipo previsto pelas normativas vigentes. Se o cabo estiver ao ar livre, deve ser pelo menos igual a H07RN-F enquanto que, se for interno, dentro de uma calha, deve ser pelo menos igual a H05 VV-F. Na tabela e imagem seguintes mostra-se as características deste sinalizador e o esquema de ligações:

Tabela 18- Características Radius [75]

MOD.		 50/60 Hz		IP		
B LTA R1	-20°C ÷ +60°C	120 V~	40 W - E 14	44 		433.92MHz
		220 - 230 V~	40 W - E 14			
		24 V~	25 W - E 14			
B LTA R2	-20°C ÷ +60°C	120 V~	40 W - E 14			
		220 - 230 V~	40 W - E 14			
		24 V~	25 W - E 14			

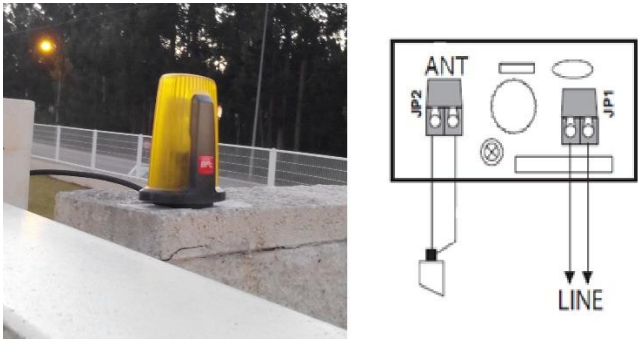


Figura 60- Esquema de Ligações Radius [75]



## **4. Aplicação prática do estudo e instalação dos equipamentos**

Neste capítulo pretende-se mostrar, de forma detalhada, o método de instalação e configuração dos automatismos residenciais, industriais e controlos de acessos instalados e estudados durante o período de estágio.

### **4.1. Segurança Geral para a instalação de Automatismos**

Os elementos construtivos da máquina e a instalação devem estar em conformidade com as seguintes Diretivas Europeias quando aplicáveis e respetivas modificações sucessivas:

- 2014/30/CE
- 2014/35/CE
- 2006/42/CE
- 2011/305/CE
- 99/05/CE

A diretiva 2014/30/CE é relativa à harmonização da legislação dos Estados-Membros respeitantes à compatibilidade eletromagnética. Esta diretiva reformula a antiga diretiva 2004/2008/CE após 20/04/2016.

A seguinte diretiva 2014/35/CE é referente à harmonização da legislação dos Estados-Membros respeitante à disponibilização no mercado de material elétrico destinado a ser utilizado dentro de certos limites de tensão, esta diretiva é uma reformulação da antiga 2006/95/CE e está em vigor após 20/4/2016.

No terceiro ponto, a diretiva 2006/42/CE do parlamento europeu e do conselho de 17 de maio de 2006 é alusiva a máquinas, e que reformula a antiga diretiva 95/16/CE.

Em quarto, a diretiva 2011/305/CE estabelece condições harmonizadas para a comercialização de produtos de construção, revoga a diretiva 89/106/CE do Conselho e do Parlamento Europeu.

Por fim a diretiva 99/05/CE do Parlamento Europeu e do Conselho é referente aos equipamentos de rádio e equipamentos terminais de telecomunicações e ao

reconhecimento mútuo da sua conformidade, que apesar de continuar nos manuais dos automatismos da BEAX, foi revogada pela diretiva 2014/53/CE após 13/6/2016.

Para todos os Países extracomunitários, além das normas nacionais vigentes, para se obter um bom nível de segurança também é oportuno respeitar as normas de segurança indicadas. O fabricante do produto, neste caso a BFT em Itália, declina toda e qualquer responsabilidade derivante de um uso impróprio ou diferente daquele para o qual está destinado e indicado na documentação, assim como, pelo incumprimento da Boa Técnica na construção dos sistemas de fecho (portas, portões, etc.), assim como pelas deformações que poderiam ocorrer durante o uso.

A instalação deve ser efetuada de acordo com a norma EN 12635 no que diz respeito a prescrições de Boa Técnica e das normas vigentes. Antes da instalação do automatismo deve-se efetuar todas as modificações estruturais relativas à realização das barreiras de segurança e à proteção ou segregação de todas as zonas de possível esmagamento ou arrastamento e de perigo geral, de acordo com o previsto pelas normas EN 12604 e 12453 ou eventuais normas locais de instalação. Por fim verificar se a estrutura existente possui os requisitos necessários de robustez e estabilidade.

A norma EN 12635 especifica as informações a serem fornecidas pelo fabricante da porta e pelo fabricante dos componentes para garantir a instalação, operação e uso (incluindo manutenção e reparo) de portas, portões e barreiras destinados a serem instalados em áreas ao alcance de pessoas. Também abrange portas comerciais, tais como persianas e grelhas de rolamento utilizadas em estabelecimentos comerciais, que são principalmente fornecidas para o acesso de pessoas em vez de veículos ou mercadorias. Aplica-se também às portas operadas manualmente e a portas elétricas, a portas e componentes destinados a serem instalados por “instaladores não profissionais”, e pode também aplicar-se à instalação e utilização de componentes de atualização. A norma EN 12635 aplica-se apenas às portas e componentes fabricados após a data da sua publicação.

Segundo a norma EN 12604 as portas devem ser concebidas e construídas de modo que possam ser instaladas, mantidas, reparadas e usadas com segurança. As portas devem resistir a forças estáticas e dinâmicas quando sujeito a uma utilização normal. É também de considerar o desgaste, fadiga e corrosão em condições normais. Dentro desta norma são apresentados os riscos significativos relacionados com as portas. Pode haver outros

ricos em adição aos listados, onde estes riscos estão presentes, deve-se tomar medidas adequadas para os eliminar. Riscos mecânicos devem ser evitados e removidos usando proteções apropriadas, se isso não for possível, os locais de risco ou risco residual devem ser identificados com sinais de alerta.

Por fim a norma 12453 referida em cima, especifica os requisitos de desempenho em relação à segurança em uso de qualquer tipo de operador automatizado, como portas, portões e barreiras destinados a serem instalados em áreas ao alcance de pessoas, e para o qual o principal uso pretendido é dar acesso seguro para bens e veículos dirigidos por pessoas civis, comerciais ou residenciais.

O automatismo tem de ser instalado, considerando motor e controlador, num ambiente propício ao seu funcionamento, com um intervalo de temperatura que varie, dependendo também dos modelos a escolher, entre os  $-20^{\circ}\text{C}$  e  $55^{\circ}\text{C}$ , sendo o intervalo de funcionamento de temperatura do motor de  $-20^{\circ}\text{C}$  e  $55^{\circ}\text{C}$  e do controlador de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $55^{\circ}\text{C}$ .

O automatismo não se deve instalar num ambiente em atmosfera explosiva, ou seja, na presença de gases ou fumos inflamáveis que possam constituir um grave perigo para a segurança. Durante a instalação do automatismo ou em manutenções/reparações deve-se interromper a alimentação elétrica, por exemplo desligar o disjuntor no quadro de alimentação, antes de efetuar qualquer intervenção. Desligar também eventuais baterias tampão presentes no automatismo caso o cliente tenha pedido para incorporar no sistema caso haja uma falha de energia.

Antes de se ligar a alimentação elétrica do automatismo, deve-se verificar de que os dados nominais de tensão correspondem aos da rede de distribuição, e que a montante da instalação elétrica haja um interruptor diferencial e uma proteção contra as sobrecorrentes adequadas. Deve-se também prever na rede do sistema automatizado, um interruptor ou um magneto térmico omnipolar, e o previsto pelas normas vigentes.

Averiguar também que a montante da rede de alimentação haja um interruptor diferencial com limiar de intervenção não superior a 0,03 A, e ao previsto pelas normas vigentes. Deve-se conferir, sendo esta segurança muito importante, que a instalação de terra seja feita corretamente, ligando a terra a todas as partes metálicas de fecho (porta, portões, etc) e todos os componentes da instalação equipados com borne de terra.

A instalação deve ser feita utilizando dispositivos de segurança e comandos de conformidade com a normativa europeia EN 12978 e EN 12353. A norma 12978 referente a requisitos e métodos de teste em portões industrial e comerciais e portões de garagens, a EN 12353 já foi referida anteriormente.

As forças de impacto podem ser reduzidas através da utilização de bordas deformáveis, em caso de as forças de impacto serem superiores os valores previstos pelas normas, aplica-se dispositivos electro sensíveis ou sensíveis à pressão. Todos os dispositivos de segurança (fotocélulas, perfis sensíveis, etc) são necessários para proteger a área de perigos de possíveis esmagamento ou arrastamentos.

Deve-se também aplicar os sinais previstos pelas normativas vigentes, cada instalação deve ser identificada de modo visível de acordo com o prescrito pela EN 13241-1, uma norma europeia relativa a características de controlo de produtos sem resistência contrafogo ou fumo.

Após terminado uma instalação, deve-se aplicar uma placa de identificação na porta/portão do automatismo, e se o automatismo for instalado a uma altura inferior a 2,5 metros de altura, ou que seja acessível, é necessário garantir um aquedado grau de proteção das partes elétricas e mecânicas.

## **4.2. Ligações**

No que toma as ligações, para a ligação à rede elétrica, utiliza-se cabo multipolar com uma secção mínima de  $5 \times 1,5 \text{ mm}^2$  ou  $4 \times 1,5 \text{ mm}^2$  para alimentações trifásicas,  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$  para alimentações monofásicas. Para a ligação dos circuitos auxiliares, como as fotocélulas, utiliza-se condutores com secção mínima de  $0,5 \text{ mm}^2$ . Deve-se utilizar, quando necessário, botões com capacidade não inferior a 10A 250V e manter os condutores de muita baixa tensão fisicamente separados dos condutores de baixa tensão.

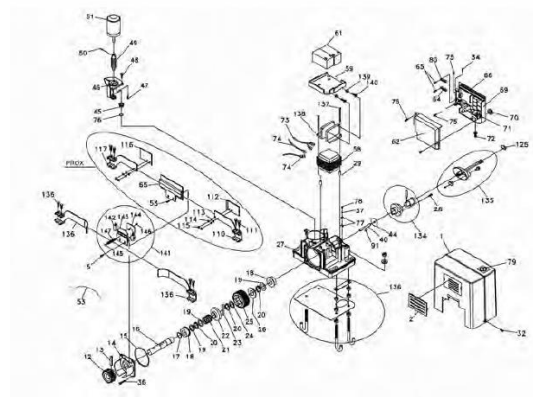
Antes de tornar o automatismo definitivamente operacional, e durante as operações de manutenção, deve-se controlar escrupulosamente o seguinte:

- Verificar que todos os componentes estão devidamente fixos com firmeza;
- Averiguar a operação de arranque e de paragem no caso de comando manual;
- Examinar a lógica de funcionamento normal e personalizada;

- Pinhão com uma folga de 2mm ao longo de toda a cremalheira, e o carril de deslizamento limpo e sem detritos, isto para automatismo de portões de correr;
- Verificar o controlo de binário de deslizamento do portão seja linear e que as rodas sejam adequadas para suportar o peso do portão;
- Para portões de batente, verificar que o eixo de rotação das folhas seja perfeitamente vertical;
- Controlar o correto funcionamento de todos os dispositivos de segurança e a correta regulação da segurança anti esmagamento verificando que o valor da força de impacto medido nos pontos previstos pela norma EN 12445, seja inferior ao indicado na norma EN 12453;
- Verificar a funcionalidade da manobra de emergência, se presente, a operação de abertura e fecho com os dispositivos de comando aplicados e averiguar a integridade das conexões elétricas e cablagens, em especial o estado das bainhas isoladoras e dos prensa-cabos;
- Durante a manutenção deve-se efetuar a limpeza dos dispositivos óticos das fotocélulas;
- Para o período fora de serviço do automatismo, verificar o desbloqueio de emergência de modo a tornar livre a parte guiada e permitir assim a abertura e o fecho manual do portão.
- Se se instalar dispositivos de tipo D, definidos pela EN 12453, ligados em modalidade não verificada, deve-se estabelecer uma manutenção obrigatória com uma frequência pelo menos semestral;

#### **4.3. Instalação e configuração de automatismos para portões de correr**

Como já referido anteriormente, estes automatismos são constituídos por diversas partes, o motor, as reduções, o sistema de desbloqueamento para manobra manual, e a unidade de controlo. Na seguinte figura mostra a constituição, peça a peça, de um automatismo deste género.



*Figura 61-Constituintes Automatismo portões de correr [54]*

#### **4.3.1. Disposição dos tubos e cabos elétricos**

A instalação elétrica, tanto nos motores monofásicos como trifásicos, tem de estar em vigor com as normas vigentes para instalações elétricas, nomeadamente, CEI 64-8, IEC 364, HD384 e restantes normas nacionais.

A norma CEI 64-8 é referente à implementação de sistemas elétricos com alimentação não superior a 1000 V em corrente alternada e 1500 V em corrente contínua. Representa o principal ponto de referência para todos aqueles que operam em sistemas elétricos de baixa tensão a nível industrial e residencial. A norma contém prescrições relativas ao projeto, com o objetivo de garantir a segurança das pessoas, bens e operações adequadas para o normal funcionamento do sistema.

Relativamente à norma IEC 60364, é uma norma internacional da comissão eletrotécnica para instalações elétricas em edifícios. Esta norma é uma tentativa de harmonizar as normas nacionais de fiação numa norma IEC, e foi publicado na União Europeia pelo CENELEC como “HD 60364”. Tem como objetivo fornecer regras de forma a permitir orientação a pessoas que instalam e inspecionem sistemas elétricos.

Por fim a norma HD 384 é aplicável nas regras técnicas às instalações elétricas de baixa tensão que constituem o Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica e o Regulamento de Segurança de Instalações Coletivas de Edifícios e Entradas. Nesta conformidade, pretende-se que as regras técnicas das instalações elétricas de baixa tensão se aproximem o mais possível dos documentos de harmonização da série HD 384 do CENELEC - Comité Europeu de Normalização Eletrotécnica ou, na sua falta, das publicações da série 364 da CEI - Comissão Eletrotécnica Internacional.



O esquema padrão de uma típica instalação de um automatismo de portões de correr, onde as ligações de alimentação do automatismo vêm de um disjuntor diferencial de proteção com um cabo multicondutor de 3 ou 5 condutores, dependendo se o modelo for monofásico ou trifásico, e a secção do cabo de  $1,5 \text{ mm}^2$  ou  $2,5 \text{ mm}^2$ , também dependendo dos mesmos fatos devido à diferença de correntes de modelos mono para trifásicos.

Após a alimentação do automatismo, as ligações e secção dos cabos são semelhantes nos diferentes modelos. Utiliza-se cabos multicondutor de 5 e 2 condutores com uma secção de  $0,75 \text{ mm}^2$  para a alimentação e comunicação das fotocélulas de 24 V. Um cabo de pelo menos 2 condutores de alimentação para o emissor e 5 condutores para o recetor, alimentação mais comunicações para a unidade de controlo.

No caso da alimentação do sinal luminoso, caso o cliente o pretenda instalar, este pode ser de 24 V ou 230 V, dependendo da saída da unidade de controlo e do automatismo instalado, utiliza-se um cabo multicondutor de secção de  $1,5 \text{ mm}^2$  de espessura de cada condutor, mais um cabo RG58, também chamado de cabo de antena, para aumentar o alcance de receção do sistema de *Rolling Code* da unidade de controlo. Esta secção de alimentação ao sinal luminoso, é compatível com as amperagens tanto para sinais luminosos de 24 ou 230 V.

Por fim, caso o cliente pretenda instalar um botão de pressão, para abrir o portão, uma alternativa ao comando de radiofrequência, é disposto um tubo com condutores de secção mínima de  $0,5 \text{ mm}^2$  para esse efeito, visto que é apenas para envio de sinais, as saídas deste cabo estão ligadas a botões de pressão, normalmente abertos por defeito, e às entradas ligadas ao *OPEN.CLOSE* e *COMUM* da unidade de controlo.

Nas figuras seguintes é mostrado a topologia *standard* da disposição correta da tubagem elétrica, a primeira imagem aplica-se a modelos como DEIMOS AC, DEIMOS BT, ULTRA BT e ICARO. A segunda imagem aplica-se a modelos SP3500.

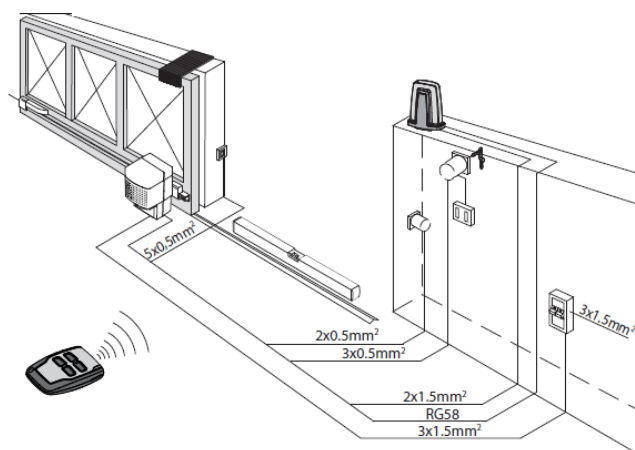


Figura 62-Disposição de tubos operadores monofásicos [57]

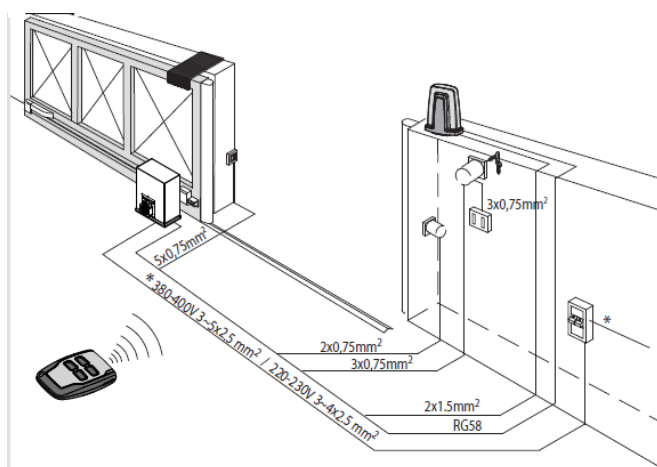


Figura 63-Disposição de tubos operadores trifásicos [59]

#### 4.3.2. Fixação da base do motor

Na fixação do automatismo, e este tópico é geral para todos os modelos de portões de correr anteriormente descritos, deve-se fazer uma base em cimento para a fixação da base metálica do automatismo. A fixação é feita com quatro varas de pelo menos 100 mm de comprimento. Seguidamente é feito uma furação no chão respeitando os buracos da base e as cotas recomendadas, fixando as varas de preferência com bucha química para assegurar uma boa fixação contra as vibrações do motor. Na seguinte figura é mostrada uma ilustração onde “X” é a espessura da cremalheira, a folga mínima de 25 mm entre a base do cimento serve de prevenção contra entrada de água ou insetos por debaixo do automatismo. Devido à abertura da passagem de cabos de alimentação para a unidade de controlo e dos acessórios, as folgas são isoladas com silicone. A profundidade recomendada das varas de aço para os movimentos do motor e as vibrações têm uma recomendação de cerca de 60 a 70 mm.

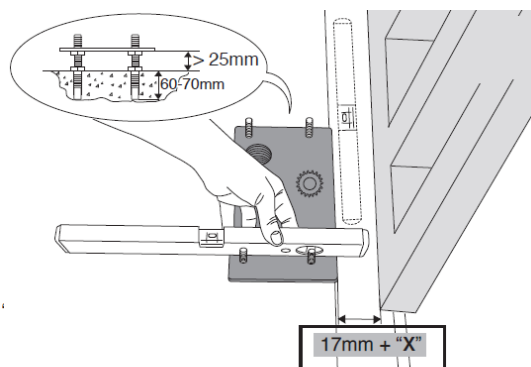


Figura 64-Disposição fixação do motor [54]

### 4.3.3. Montagem da cremalheira e centragem em relação ao pinhão

Após a fixação do motor na base metálica é fixado a cremalheira ao portão. Existem duas possibilidades de a fixar, se a cremalheira for em plástico, com uma liga de aço interior, que normalmente é usada para os automatismos de menos potência como a série DEIMOS, já incorpora ranhuras e é parafusada ao portão. Se for totalmente em aço, usada na série ICARO e SP2500, devido a terem forças de impulsão maiores, é soldada ao portão, com os devidos equipamentos de proteção individuais previstos pelas normas de segurança vigentes.

Nos dois casos, os módulos da cremalheira são nivelados em todo o portão e centralizados com a parte de cima do modulo de pinhão do motor, com uma folga de 2 mm entre os dentes do pinhão e os dentes da cremalheira. Estes motores foram feitos para empurrar os portões, não para os arrastar, na figura seguinte é ilustrado um desenho técnico com as medidas para a fixação correta da cremalheira.

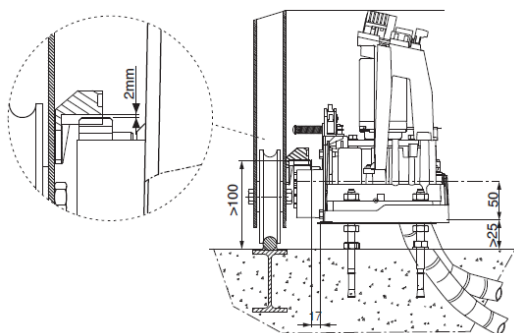


Figura 65-Centralização da cremalheira ao pinhão [54]

#### 4.3.4. Fixação de braçadeiras de final de curso e batentes do portão.

Após a fixação da cremalheira, é instalado as braçadeiras de final de curso, servem para interagir com os micro interruptores eletromecânicos ou indutivos, dependendo do modelo, dando sinal de fim de curso. Uma das braçadeiras é colocada no fim do portão, isto visto quando está todo fechado, e quando está totalmente aberto. Na seguinte figura é mostrada de forma ilustrada a posição da braçadeira de final de curso numa instalação típica.

O portão deve estar equipado com reténs de paragem mecânicos, os batentes, quer na abertura quer no fecho, de forma a impedir a saída do portão da guia, devem estar fixos no chão com alguns centímetros além do ponto de paragem elétrica.

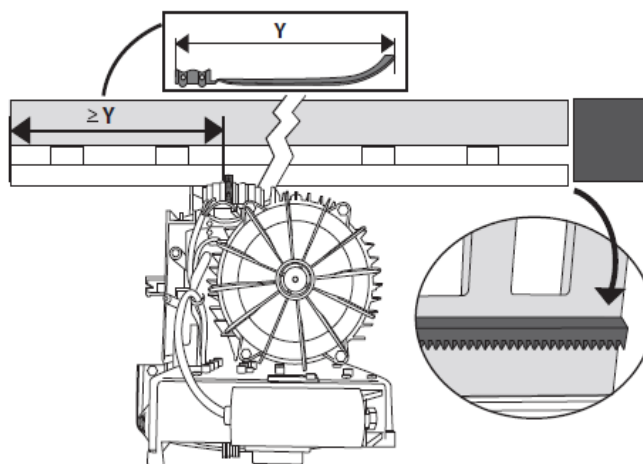


Figura 66-Fixação braçadeira final de curso [57]

#### 4.3.5. Ligação da alimentação à unidade de controlo do motor

Uma vez passados os cabos elétricos necessários para o total funcionamento do automatismo, por debaixo da base metálica do motor, os mesmos são fixados de acordo com as indicações e esquemas recomendados pelo fabricante. Efetua-se a ligação de fase ou fases, neutro e terra, sendo este último obrigatório. O cabo de alimentação deve ser bloqueado por um passa fios, e o condutor de proteção (cabo de terra com bainha isolante de cor amarela e verde) deve ser ligado a um terminal específico na unidade de controlo, que está ligado à estrutura metálica do automatismo caso haja alguma descarga elétrica.

É de referir também que nas operações de cablagem e instalação deve se tomar como referência as normas vigentes, os condutores alimentados devem ser fisicamente

separados, ou devem ser isolados com um isolamento suplementar de pelo menos 1 mm. Os condutores devem estar apertados por uma fixação suplementar perto dos bornes, por exemplo, por meio de braçadeiras. E por fim todos os cabos de alimentação devem ser mantidos adequadamente afastados dos dissipadores.

#### 4.3.6. Regulação de binário para modelos AC

A regulação deve ser realizada de acordo com o previsto pelas normas de segurança vigentes, para tal objetivo é necessário regular o binário do motor desligando a alimentação da rede, posteriormente deve se retirar os parafusos de fixação do cárter do motor redutor e bloquear o eixo do motor com uma chave de bocas, mostrado na figura seguinte como símbolo “A”. Com uma outra chave de bocas, deve enroscar a porca de autobloqueio, símbolo “B”, para aumentar ou diminuir o binário de saída do motor. As unidades de controlo de modelos de corrente alternada, o circuito secundário dos relés de atracamento estão em paralelo à alimentação da rede, e com isto não é possível alterar as tensões de saída quando fica atracado, como acontece nos modelos de corrente contínua. Este procedimento altera as reduções mecânicas do motor redutor, conseguindo assim alterar o binário pretendido para a saída do pinhão do motor.

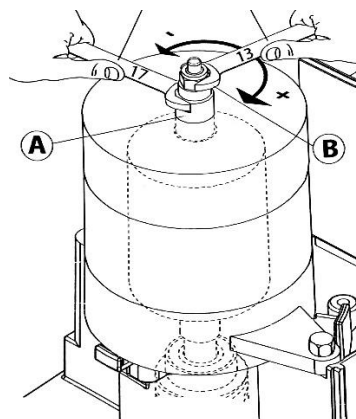


Figura 67-Regulação de binário AC [52]

#### 4.3.7. Controlo do sentido de movimento

Para a verificação dos sentidos do motor deve-se desbloquear o motor e colocar a folha (portão) a metade do percurso. Seguidamente volta-se a bloquear o motor e enviar um comando *START* para a unidade de controlo, se o sentido de rotação não for a abertura, deve-se inverter as fases de alimentação e verificar também o correto funcionamento dos finais de curso SWO-SWC. Na seguinte figura mostra, dependendo do sentido de abertura

do portão, as ligações de alimentação do motor e as correspondentes ligações no final de curso.

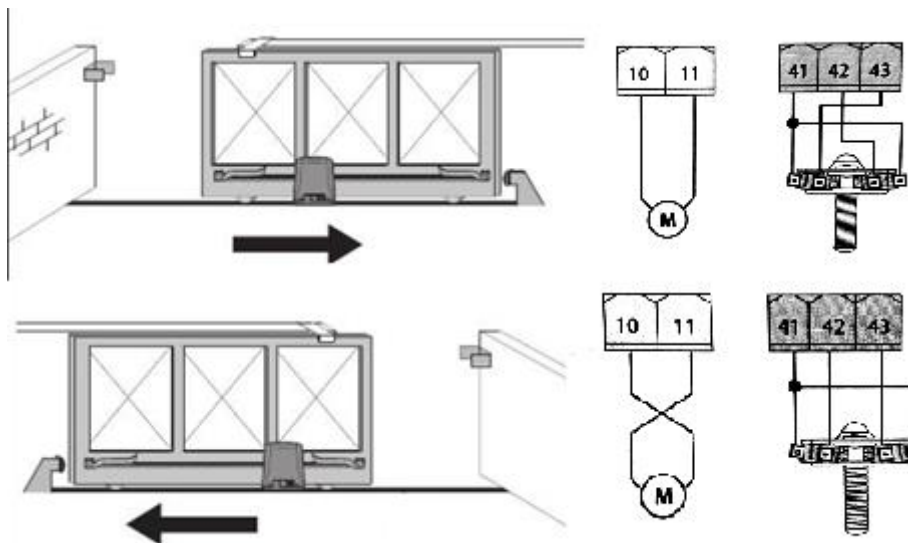


Figura 68-Sentido e ligações Final de curso (Adaptado) [55]

#### 4.3.8. Ligação das placas de bornes

Apesar de cada unidade de controlo ser diferente, a base das entradas e saídas são semelhantes em todos os modelos, possuem entradas de alimentação, alimentação para o motor (AC ou DC), saídas auxiliares para sinais luminosos, entradas para fins de curso, alimentação de acessórios, entradas de comandos, entradas de sinais de dispositivos de segurança e entradas de antena.

Nas seguintes figuras seguem-se as descrições das saídas e entradas das unidades de controlo dos modelos instalados para uso residencial e industrial para portões de correr, estão relacionadas com as figuras 35,37,40 e 41 do capítulo anterior respetivamente:

**JP1**

- 1-2 Alimentação 230V +/- 10% 50/60 Hz (Neutro no terminal 1).
- 3-4-5 Conexão motor M (terminal 4 comum, terminais 3-5 marcha motor e condensador).
- 1-4 Conexão lampejante 230V e fechadura eléctrica 230V mod. EBP.

**JP2**

- 7-8 *Alpha*: Entrada START ou selector com chave (N.O.)  
*Alpha BOM*:  
Entrada START ou selector com chave (N.O.) com trimmer TW=máx.  
Entrada OPEN (N.O.) com trimmer TW=mín.
- 7-9 Botão STOP (N.F.). Se não for usada, deixar a ponte ligada.
- 7-10 Entrada Fotocélula ou perfil pneumático (N.F.). Se não for usada, deixar a ponte ligada.
- 7-11 Final de curso de abertura (N.F.). Se não for usada, deixar a ponte ligada.
- 7-12 Final de curso de fecho (N.F.). Se não for usada, deixar a ponte ligada.
- 13-14 Saída 24V~ alimentação fotocélulas ou outros dispositivos.
- 15-16 Saída indicador luminoso de portão aberto ou em alternativa 2º canal rádio.
- 17-18 Entrada antena para placa radiorreceptor de acoplamento (17 sinal, 18 fio trançado).

**JP3**

- 19-20 *Alpha*: Entrada POSTIGO (N.O.)  
*Alpha BOM*:  
Entrada POSTIGO (N.O.) com trimmer TW=máx.  
Entrada CLOSE (N.O.) com trimmer TW=mín.

**JP4** Conector placa radiorreceptor 1-2 canais.

*Figura 69-Descrição ligações bornes ALPHA SD [53]*

	Terminal	Definition	Description
Power supply	L	LINE	Single-phase power supply 220-230V ~50/60 Hz*
	N	NEUTRAL	
	JP31	TRANSF PRIM	Transformer primary winding connection, 220-230V ~.
	JP32		
Motor	JP13	TRANSF SEC	Board power supply: 24V~ Transformer secondary winding
Aux	10	MOT +	Connection motor 1
	11	MOT -	
	20	AUX 0 - 24V POWERED CONTACT (N.O.) (MAX. 1A)	AUX 0 configurable output - Default setting FLASHING LIGHT. 2ND RADIO CHANNEL/ SCA GATE OPEN LIGHT/ COURTESY LIGHT command/ ZONE LIGHT command/ STAIR LIGHT/ GATE OPEN ALARM/ FLASHING LIGHT/ SOLENOID LATCH/ MAGNETIC LOCK/ MAINTENANCE/ FLASHING LIGHT AND MAINTENANCE. Refer to "AUX output configuration" table.
	21		
Limit switches	26	AUX 3 - FREE CONTACT (N.O.) (Max. 24V 1A)	AUX 3 configurable output - Default setting 2ND RADIO CHANNEL Output. 2ND RADIO CHANNEL/ SCA GATE OPEN LIGHT/ COURTESY LIGHT command/ ZONE LIGHT command/ STAIR LIGHT/ GATE OPEN ALARM/ FLASHING LIGHT/ SOLENOID LATCH/ MAGNETIC LOCK/ MAINTENANCE/ FLASHING LIGHT AND MAINTENANCE. Refer to "AUX output configuration" table.
	27		
Accessories power supply	JP10	Limit switches	Limit switch assembly connection
	50	24V-	Accessories power supply output.
	51	24V+	
Commands	52	24Vsaf+	Tested safety device power supply output (photocell transmitter and safety edge transmitter). Output active only during operating cycle.
	60	Common	IC 1 and IC 2 inputs common
	61	IC 1	Configurable command input 1 (N.O.) - Default START E. START E / START I / OPEN / CLOSE / PED / TIMER / TIMER PED Refer to the "Command input configuration" table.
	62	IC 2	Configurable command input 2 (N.O.) - Default PED. START E / START I / OPEN / CLOSE / PED / TIMER / TIMER PED Refer to the "Command input configuration" table.
Safety devices	70	Common	STOP, SAFE 1 and SAFE 2 inputs common
	71	STOP	The command stops movement. (N.C.) If not used, leave jumper inserted.
	72	SAFE 1	Configurable safety input 1 (N.C.) - Default PHOT. PHOT / PHOT TEST / PHOT OP / PHOT OP TEST / PHOT CL / PHOT CL TEST / BAR / BAR TEST / BAR 8K2 Refer to the "Safety input configuration" table.
	73	FAULT 1	Test input for safety devices connected to SAFE 1.
	74	SAFE 2	Configurable safety input 2 (N.C.) - Default BAR. PHOT / PHOT TEST / PHOT OP / PHOT OP TEST / PHOT CL / PHOT CL TEST / BAR / BAR TEST / BAR 8K2 Refer to the "Safety input configuration" table.
Antenna	75	FAULT 2	Test input for safety devices connected to SAFE 2.
Antenna	Y	ANTENNA	Antenna input. Use an antenna tuned to 433MHz. Use RG58 coax cable to connect the Antenna and Receiver. Metal bodies close to the antenna can interfere with radio reception. If the transmitter's range is limited, move the antenna to a more suitable position.
	#	SHIELD	

Figura 70-Descrição ligações bornes HAMAL [56]



	Terminal	Definition	Description
Power supply	L	LINE	Single-phase power supply 230V~ ±10%, 50-60Hz, with earth cable (LEO B CBB 3 230 L02, LEO B CBB 3 230 L04).
	N	NEUTRAL	
	GND	EARTH	Single-phase power supply 120V~ ±10%, 50-60Hz, with earth cable (LEO B CBB 3 120 F02, LEO B CBB 3 120 F04).
Motor	10	START + CAP	Motor connection.
	11	COM	START + CAP Motor Start and capacitor
	12	START	COM Motor Common
	13	CAP	START MOTOR START CAP capacitor
Aux	20	LIGHT 230V	Flashing light 230V output max. 40W (LEO B CBB 3 230 L02, LEO B CBB 3 230 L04).
	21		Flashing light 120V output max. 40W (LEO B CBB 3 120 F02, LEO B CBB 3 120 F04).
	26	FREE CONTACT (N.O.) (Max 24V 0,5A)	Contact N.O. (24V~/1A).
	27		"AUX3" (LEO B CBB 3 230 L02, LEO B CBB 3 230 L04, LEO B CBB 3 120 F04) FIG. B1 Output for acoustic signal (LEO B CBB 3 120 F02) FIG. B2
Motor limit switch	41	+ REF SWE	Limit switch common
	42	SWC	Closing limit switch SWC (N.C.)
	43	SWO	- Opening limit switch SWO (N.C.)
Accessories power supply	50	24V-	Accessories power supply output.
	51	24V+	
	52	24Vsafe+	Tested safety device power supply output (photocell transmitter and safety edge transmitter). Output active only during operating cycle.
Commands	60	Common	IC 1 and IC 2 inputs common
	61	IC 1	Configurable command input 1 (N.O.) - Default START E. START E / START I / OPEN / CLOSE / PED / TIMER / TIMER PED Refer to the "Command input configuration" table.
	62	IC 2	Configurable command input 2 (N.O.) - Default PED. START E / START I / OPEN / CLOSE / PED / TIMER / TIMER PED Refer to the "Command input configuration" table.
	63	Common	IC 3 and IC 4 inputs common
	64	IC 3	Configurable command input 3 (N.O.) - Default OPEN. START E / START I / OPEN / CLOSE / PED / TIMER / TIMER PED Refer to the "Command input configuration" table.
	65	IC 4	Configurable command input 4 (N.O.) - Default CLOSE. START E / START I / OPEN / CLOSE / PED / TIMER / TIMER PED Refer to the "Command input configuration" table.
Safety devices	70	Common	STOP, SAFE 1 and SAFE 2 inputs common
	71	STOP	The command stops movement. (N.C.) If not used, leave jumper inserted.
	72	SAFE 1	Configurable safety input 1 (N.C.) - Default PHOT. PHOT / PHOT TEST / PHOT OP / PHOT OP TEST / PHOT CL / PHOT CL TEST / BAR / BAR TEST / BAR 8K2 Refer to the "Safety input configuration" table.
	73	FAULT 1	Test input for safety devices connected to SAFE 1.
	74	SAFE 2	Configurable safety input 2 (N.C.) - Default BAR. PHOT / PHOT TEST / PHOT OP / PHOT OP TEST / PHOT CL / PHOT CL TEST / BAR / BAR TEST / BAR 8K2 Refer to the "Safety input configuration" table.
	75	FAULT 2	Test input for safety devices connected to SAFE 2.
	76	Common	SAFE 3 input common
	77	SAFE 3	Configurable safety input 3 (N.C.) - Default PHOT OP. PHOT / PHOT TEST / PHOT OP / PHOT OP TEST / PHOT CL / PHOT CL TEST / BAR / BAR TEST Refer to the "Safety input configuration" table.
	78	FAULT 3	Test input for safety devices connected to SAFE 3.
Antenna	Y	ANTENNA	Antenna input.
	#	SHIELD	Use an antenna tuned to 433MHz. Use RG58 coax cable to connect the Antenna and Receiver. Metal bodies close to the antenna can interfere with radio reception. If the transmitter's range is limited, move the antenna to a more suitable position.

Figura 71-Descrição ligações bornes LEO [58]

**JP1 - TRIFÁSICA 400V**

1-2-3-4 Alimentação trifásica+neutro 400V (1N - 2R - 3S - 4T).

8-9 Saída 230Vac para luz lampejante 40W max.

**JP1 - TRIFÁSICA 230V**

2-3-4 Alimentação trifásica 230V (2R - 3S - 4T).

8-9 Saída 230Vac para luz lampejante 40W max..

**JP2**

10-11 Saída 24Vac (3W) para led de sinalização portão aberto

11-12 Alimentação dos acessórios 24Vac e receptores dos dispositivos de segurança não submetidos a verificação.

12-13 Alimentação 24VTx só para os transmissores dos dispositivos de segurança submetidos a verificação.

14 Entrada LOOP1 do anel de verificação dos dispositivos de segurança (veja fig.19).

15 Entrada LOOP2 do anel de verificação dos dispositivos de segurança (veja fig.19).

16-17 Saída do segundo canal rádio da placa receptor bicanal (n.a.).

18-19 Entrada antena placa radiorreceptor (18 sinal, 19 fio trançado).

**JP7**

20-21-22-23-24-25 Entradas para a conexão dos dispositivos de segurança a verificar

**JP4**

26-27 Botão START (n.a.).

26-28 Botão de bloqueio (n.f.). Outros botões devem estar ligados em série entre eles.

26-29 Entrada contacto fotocélula (n.f.). Se não se utiliza deixar ligado.

26-30 Final de curso de abertura (n.f.). Se não utilizado deixar ligado a ponte.

26-31 Final de curso de fecho (n.f.). Se não utilizado deixar ligado a ponte.

26-32 Botão do postigo (n.a.).

26-33 Botão Abre (n.a.).

26-34 Botão Fecha (n.a.).

26-35 Entrada contacto perfil IR (n.f.). Se não se utiliza deixar ligado a ponte.

**JP5**

37-38 **ATENÇÃO!** Tensão de rede aos bornes.

Conexão do botão de emergência (n.f.). Utilize um botão com retenção com dois contactos n.f. com pelo menos 8mm. de distância entre os dois contactos. Se não se utiliza deixar ligado a ponte.

39-40 Mudança de tensão a 400Vac trifásica.

40-41 Mudança de tensão a 230Vac monofásica.

**JP6**

Conector placa radiorreceptor 1-2 canais.

*Figura 72-Descrição ligações bornes SIRIO TEL [59]*

#### 4.4. Instalação e configuração de automatismos para portões de batente

Dentro deste subcapítulo é falado sobre o procedimento de instalação e configurações dos automatismos usados para automatizar portões batente do tipo residencial. É referido o comprimento máximo em relação ao peso da folha, da disposição das tubagens onde passam os cabos condutores, regulação de fins de curso entre vários. Na imagem seguinte é ilustrado o aspeto de um motor deste género.

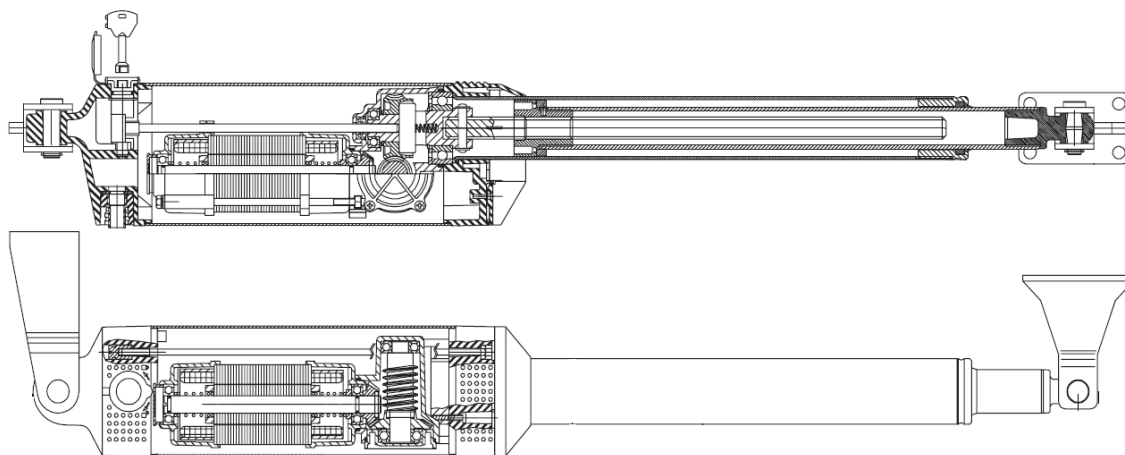


Figura 73-Operador Kustos [62]

##### 4.4.1. Disposição da tubagem, cabos elétricos e escolha do automatismo

A instalação elétrica tem de estar em vigor com as normas vigentes para instalações elétricas, nomeadamente, CEI 64-8, IEC 364, HD384 e restantes normas nacionais.

A escolha do tipo de automatismo tem influência no comprimento e peso dos portões. As tabelas seguintes são derivadas a testes realizados pelos fabricantes e a recomendação do modelo a escolher conforme peso/comprimento. A tabela do PHOBOS BT é igual à do KUSTOS.

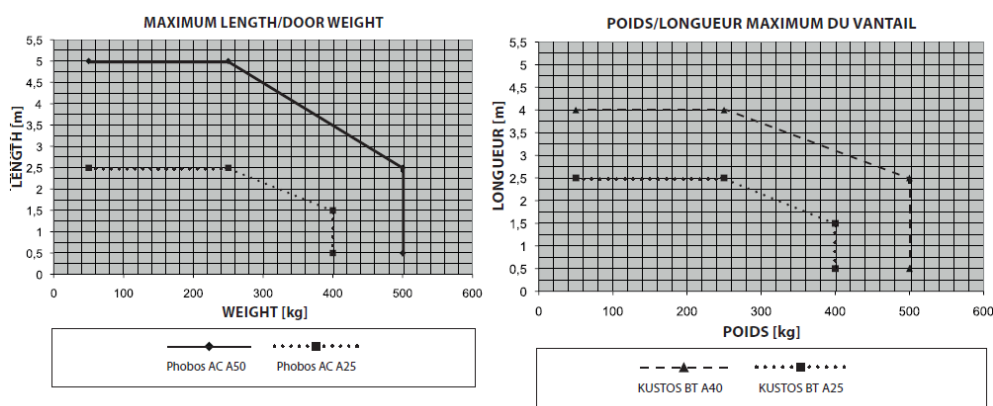


Figura 74-Comprimento máximo/Peso da folha [61] [62]

Na seguinte figura segue-se o esquema universal de uma típica instalação de um automatismo de portões de batente. Onde a alimentação da unidade de controlo vem de um disjuntor diferencial de proteção com um cabo de dimensões  $3 \times 1.5 \text{ mm}^2$ . Do controlador são alimentadas o par de fotocélulas, a transmissora com cabos de alimentação  $2 \times 0.75 \text{ mm}^2$ , e a emissora com um cabo  $5 \times 0.75 \text{ mm}^2$ , sendo dois de alimentação e restantes de sinal. São alimentadas a 24 V AC ou DC, dependendo do modelo e da saída de acessórios da unidade de controlo. A luz intermitente também é ligada a 24 V juntamente com um cabo RGB 58, para aumentar o alcance da antena do recetor *Rolling code* incorporado no controlador. O que diferencia do PHOBOS para o KUSTOS é a ligação aos motores, no modelo AC é ligado um cabo com quatro condutores por  $1.5 \text{ mm}^2$  de espessura, onde dois são as fases de rotação, um o comum ou neutro, e o último, a terra. Nos modelos BT é conectado a um cabo de três condutores, sendo dois a alimentação, positiva e negativa, e o outro funciona como final de curso, ligado a uma pequena controladora que está ligada aos fins de curso magnéticos.

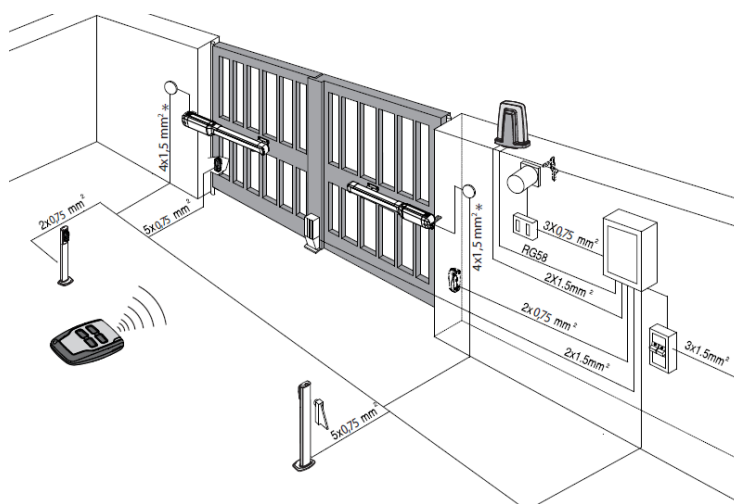


Figura 75-Instalação típica automatismo portões batente [61]

#### 4.4.2. Esquema de instalação

A maneira como o automatismo é fixado ao portão influencia o ângulo máximo da sua abertura, o comprimento da braçadeira de fixação ao pilar e da forquilha de fixação à folha do portão influenciam a sua abertura total. Foram realizados testes de fábrica onde se criou tabelas que relacionam estes comprimentos e dá indicação do ângulo máximo de abertura. Como os comprimentos de cada modelo são diferentes, existem tabelas de teste para cada modelo.

Na figura e tabela referidas em baixo mostram esta relação de comprimentos e o ângulo de abertura para o modelo KUSTOS BT 40 onde:

- P- Braçadeira traseira de fixação do pilar;
- F- Forquilha traseira de fixação da folha;
- a e b- Quotas para determinar o ponto de fixação da braçadeira “P”;
- C- Valor do entre-eixo de fixação;
- D- Comprimento do portão
- X- Distância do eixo do portão à aresta do pilar
- S- Metade da espessura da folha
- Z- valor sempre superior a 60 mm (b-X)
- kg- Peso máximo da folha
- $\alpha$ - ângulo de abertura da folha

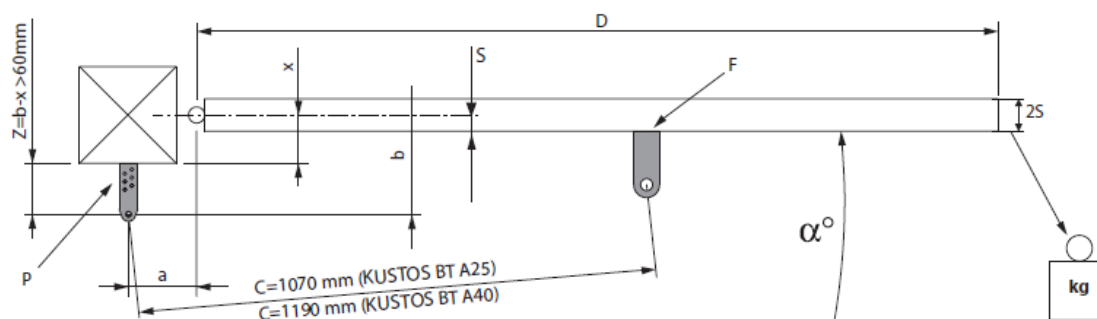


Figura 76-Esquema de ângulo de abertura [62]

Tabela 19-Relação a/b ângulo de abertura

<b>a \ b</b>	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
100					117	120	123	126	119	113	108	104	101
110				112	116	119	121	122	116	110	105	102	
120			107	110	114	117	120	117	111	106	102		
130		103	106	109	113	116	117	113	107	102			
140	97	102	105	108	112	115	113	110	103				
150	97	101	104	107	110	113	110	104					
160	97	100	104	107	109	110	105						
170	96	100	103	106	108	105							
180	96	100	103	106	107								
190	96	99	102	105									
200	96	98	101										
210	95	98											
220	95												$\alpha^\circ$

### 4.4.3. Cabo de alimentação

Os cabos de alimentação para os motores variam entre os modelos AC e DC conforme já falado anteriormente, o cabo de alimentação deve ser do tipo H 05 RN-F ou equivalente. Deve ser adequado para utilização permanente em exteriores, uma temperatura máxima na superfície do cabo a  $+50^{\circ}\text{C}$  e uma temperatura mínima de  $-25^{\circ}\text{C}$ .

As seguintes imagens mostram as diferentes ligações entre os modelos de corrente alternada e contínua:

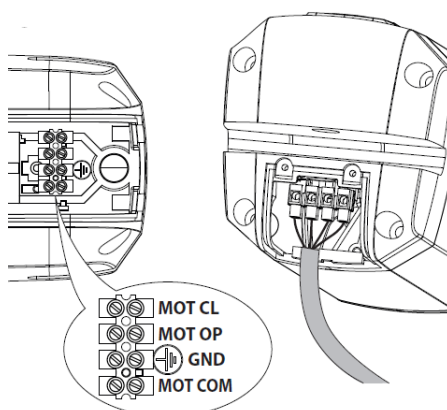


Figura 77-Ligações motor AC [61]

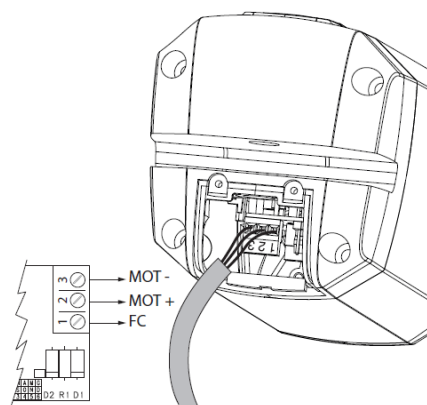


Figura 78-Ligações motor DC [62]

### 4.4.4. Fixação do motor e batentes

Para garantir uma velocidade e impulso constante do motor na abertura e fecho do portão, o atuador deve ficar nivelado entre os dois suportes de fixação, tendo um máximo de folga de inclinação na figura seguinte, sem influenciar o bom funcionamento do motor, de  $\pm 4^{\circ}$ .

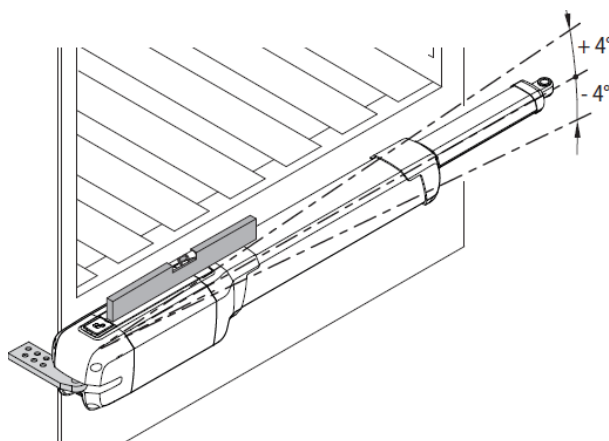


Figura 79-Máxima inclinação recomendada [62]

Também é recomendado que o motor, quando o portão está aberto, nunca fique a mais de 90° em relação ao pilar do portão, como mostrado na figura seguinte, estando o motor a mais de 90° de abertura, faz um esforço extra no impulso de arranque, o que provoca um aumento de corrente nos bobinados do motor. Este esforço de arranque influencia a vida útil do motor a longo prazo.

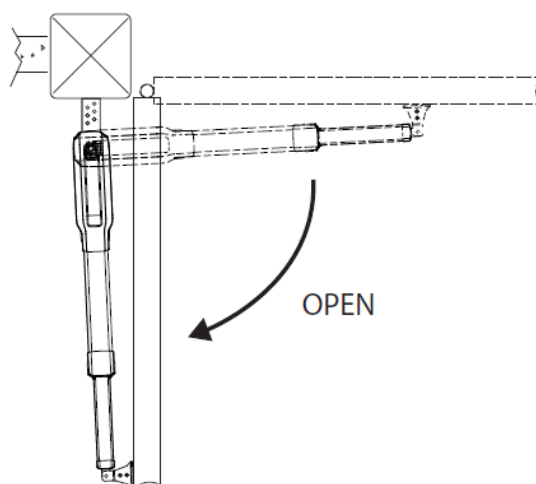


Figura 80-Abertura correta motor de batente [62]

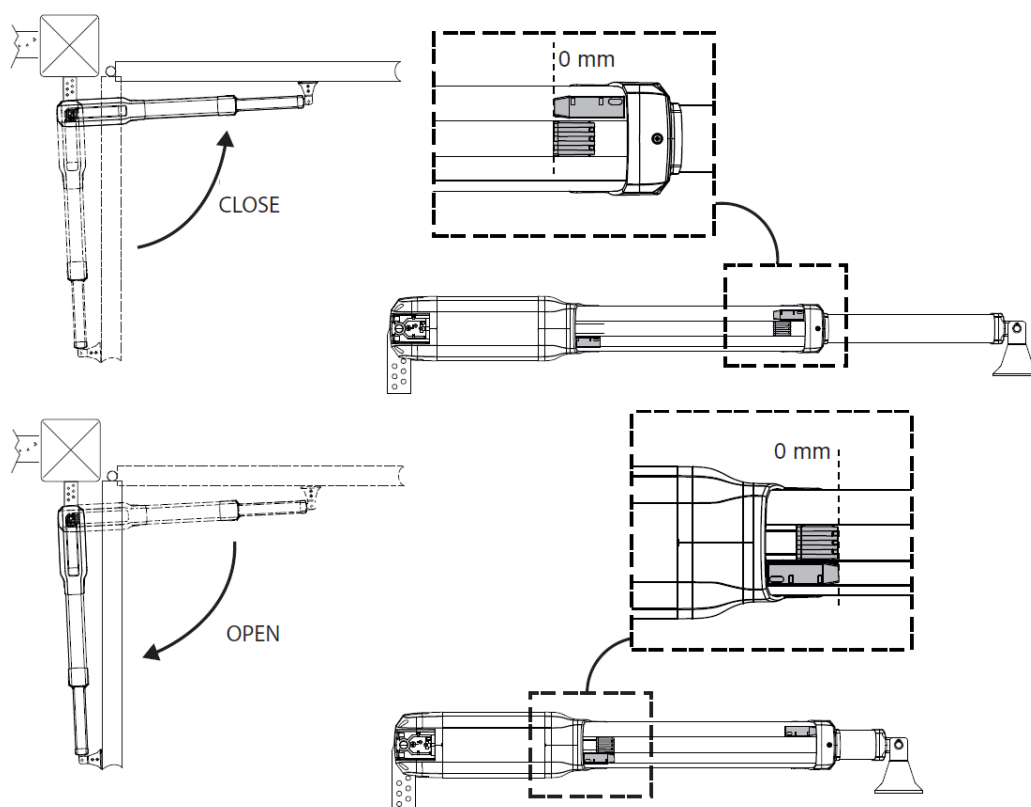
Neste tipo de instalações é recomendado utilizar batentes de bloqueio quer na abertura quer no fecho do portão, e para portões de folhas com mais de 3 metros de comprimento é obrigatório utilizar uma fechadura elétrica ligada à unidade de controlo do automatismo.

#### 4.4.5. Regulação de fins de curso

A regulação de fins de curso nestes modelos é feita através da regulação de fins de curso magnéticos, isto para os modelos DC. Os automatismos AC não têm fins de curso e utilizam um tempo de trabalho na abertura e fecho.

Este fim de curso regula-se “ao gosto” do instalador para proporcionar um fecho e abertura corretos. São regulados por debaixo do motor onde são posicionados mais perto ou longe da saída do espigão conforme se quer a abertura e fecho. Assim que o fim de curso deteta a saída do espigão este envia um sinal para a unidade de controlo que desliga a alimentação do motor, e conseqüente este para no ponto que se pretende.

Na seguinte figura é mostrado uma imagem ilustrativa da regulação possível nestes automatismos:



*Figura 81-Regulação fins de curso para modelos BT [62]*

#### **4.4.6. Ligação das placas de bornes**

Neste subcapítulo, tal como o anterior, mostram-se as ligações possíveis de fazer nas entradas e saídas das unidades de controlo para os modelos AC ou DC deste género de motores para aplicações como portões de batente.

Nas seguintes figuras seguem-se as descrições das saídas e entradas das unidades de controlo, estão relacionadas com as figuras 44 e 45 do capítulo anterior, respetivamente.



Terminal	Descrição
1	Borne GND
2	Alimentação de rede monofásica (L)
3	Alimentação de rede monofásica (N)
4-5-6	Conexão motor 1: 4 marcha 1 + Condensador 5 comum 6 marcha 2 + Condensador
7-8-9	Conexão motor 2: 7 marcha 1 + Condensador 8 comum 9 marcha 1 + Condensador
10-11	Saída 230V~ para luz lampejante (40W máx.)
13-14	Saída 24V~ 180 mA máx. - alimentação fotocélulas ou outros dispositivos.
15-16	Saída (Contacto N.A (24V~/0.5A máx.)) ou em alternativa 2º canal rádio
17-18	Entrada para botão STOP (N.F.). Se não for usada, deixar a ponte ligada.
17-19	Entrada para Fotocélula (N.F.). Se não for usada, deixar a ponte ligada.
17-20	<b>DIP START-OPEN= OFF:</b> Entrada para START (N.O.). <b>DIP START-OPEN= ON:</b> Entrada para OPEN (N.O.).
17-21	<b>DIP PED-CLOSE= OFF:</b> Entrada POSTIGO (N.A.). O accionamento ocorre somente no motor 2 pelo Tempo de trabalho do postigo; se o ciclo de abertura iniciou (não do postigo), o comando postigo é considerado um START. <b>DIP PED-CLOSE= ON:</b> Entrada para CLOSE (N.O.).
31-32	Entrada antena para placa radiorreceptora integrada (31 sinal - 32 fio trançado)

*Figura 82-Descrição bornes ALTAIR [63]*

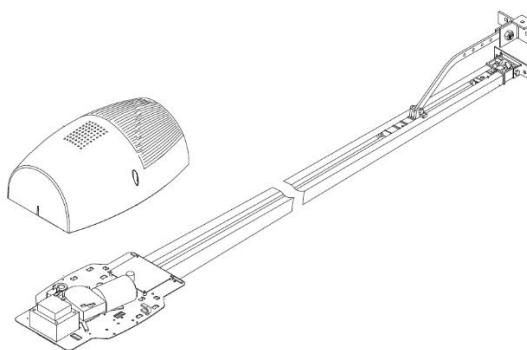
1-2	Alimentação de rede monofásica 230Va.c.±10% (1=L) (2=N)
3-4	Conexão motor 2: 3 motor + 4 motor -
5	Controlo do fim-de-curso motor 2 nos accionadores com gestão do fim-de-curso com 1 único fio (PHOBOS BT, IGEA BT)*
6-7	Conexão motor 1: 6 motor + 7 motor -
8	Controlo do fim-de-curso motor 1 nos accionadores com gestão do fim-de-curso com 1 único fio
9-10	Conexão lampejante (24Va.c. 20W máx.)
11-12	Saída 24Va.c. 180mA máx. - alimentação fotocélulas ou outros dispositivos.
13-14	Saída 24Va.c. V safe 180mA máx. - alimentação transmissores fotocélulas com verificação
15-16	Botão START (N.A.).
15-17	Botão STOP (N.F.). Se não for usada, deixar a ponte 15-17 ligada.
15-18	Entrada Fotocélula (N.F.). Se não for usada, deixar a ponte 15-18 ligada.
15-19	Entrada Fault (N.A.).Entrada para fotocélulas dotadas de contacto N.A. de verificação
15-20	Entrada para botão do postigo (N.A.).Abre-se só a folha ligada ao motor 2 e, se já iniciou um ciclo de abertura (não o do postigo), o comando do postigo não tem algum efeito.
21-22	Saída indicador luminoso de portão aberto (Contacto N.A. (24Va. c./1A máx.)) ou em alternativa 2º canal rádio
23	Fio comum fim-de-curso.
24	Fim-de-curso de abertura do motor 2 nos accionadores com fins-de-curso separados*.
25	Fim-de-curso de fecho do motor 2 nos accionadores com fins-de-curso separados*.
26	Fim-de-curso de abertura do motor 1 nos accionadores com fins-de-curso separados*.
27	Fim-de-curso de fecho do motor 1 nos accionadores com fins-de-curso separados*.
29-30	Entrada antena para placa radiorreceptor de acoplamento (29 sinal - 30 fio trançado).

\* Se utilizam-se os interruptores de fim-de-curso ligados aos terminais 5 e 8, deixar as pontes nos terminais 24-25-26-27. Se utilizam-se os interruptores de fim-de-curso ligados aos terminais 24-25-26-27 executar pontes entre os terminais 5-15 e 8-15.

*Figura 83-Descrição bornes LIBRA [64]*

#### 4.5. Instalação e configuração de automatismos para portões de teto

Os seguintes automatismos instalados são de uso residencial/industrial, conforme as especificações do modelo, e foram instalados em portões basculantes e seccionados. Na seguinte figura mostra o aspeto de um destes tipos de automatismos, como exemplo do EOS e BOTTICELLI.



*Figura 84-Automatismo EOS/BOTTICELLI [65]*

### 4.5.1. Instalação e montagem

De todos os automatismos estudados e instalados na empresa, os motores de teto são de fato os mais fáceis e mais simples a nível de instalação. Toda a calha deve ser fixada e centrada com o meio do portão, seja basculante ou seccionado, para uma melhor tração uniforme do motor ao portão. Existem dois modelos de calhas utilizados nestes casos, a calha de 2,90 metros e 3,5 metros. A escolha de cada uma depende exclusivamente do comprimento do portão, o portão deverá correr livremente até que seja totalmente aberto e haver espaço na calha para fixar o motor.

Para a alimentação do controlador deve chegar um cabo de alimentação de 3 condutos (terra, fase e neutro) com um dimensionamento de  $1,5 \text{ mm}^2$  de espessura cada um. Do controlador devem sair quatro fios de sinal e alimentação, com dimensionamentos  $4 \times 1 \text{ mm}^2$  para alimentar a fotocélula recetora e transmissora. Antes de alimentar as fotocélulas deve-se fazer uma derivação da alimentação das fotocélulas, dois dos quatros condutores devem alimentar as duas fotocélulas e os outros dois restantes deverão sinal de transmissão de sinal na fotocélula transmissora.

Na seguinte figura é mostrado uma típica instalação deste tipo de automatismos:

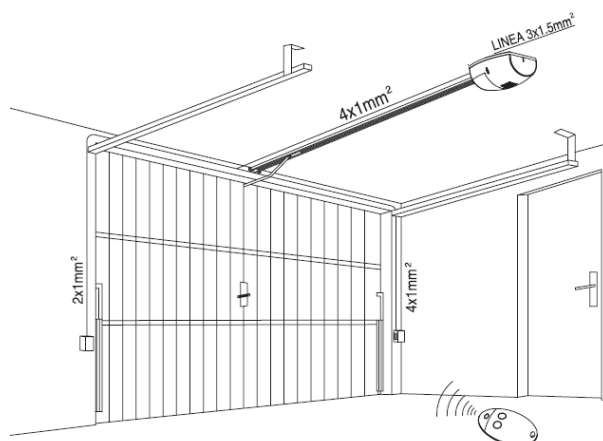


Figura 85-Instalação automatismo portões de teto [65]

O ARGO, sendo um motor ao veio, torna-se ainda mais simples de instalar. O motor deve ficar agarrado ao veio que segura as polias (molas) do portão e fixo na parede com uma base de fixação. Ao motor deve chegar a alimentação devida e respetivas saídas para acessórios.

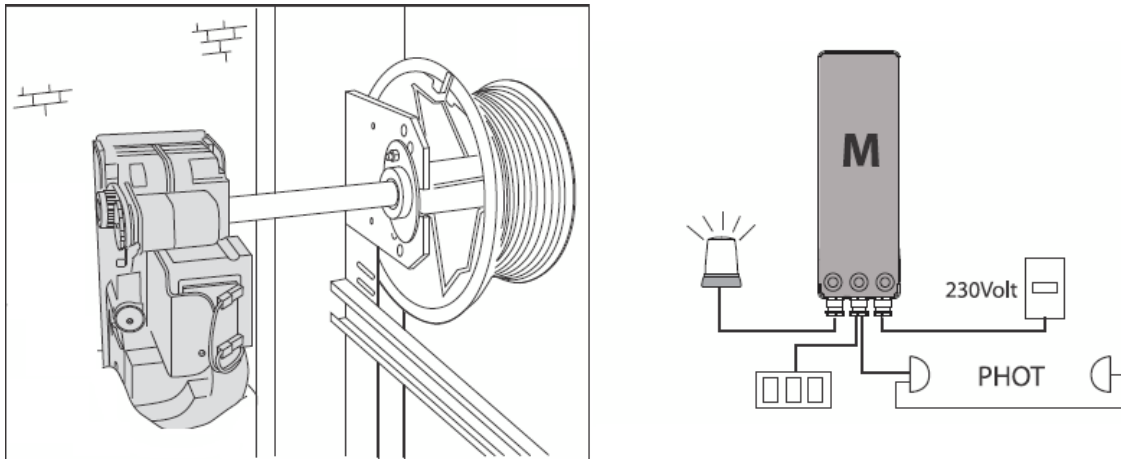


Figura 86-Fixação e disposição cabos elétricos (Adaptado) [66]

O movimento do portão com o automatismo ARGO é relativamente simples de compreender, o motor roda o eixo do rotor que está fixado ao veio do portão, e consequentemente roda este veio, superando a força das molas, e sobe ou desce o portão conforme o pretendido. Em relação aos automatismos BOTICELLI e EOS a calha que os segura possui uma corrente presa a um roda dentada fixa ao eixo do motor, esse corrente tem num determinado ponto uma pega cilíndrica metálica que agarra um garfo metálico fixado ao portão. O motor ao rodar faz com que a roda dentada fixado ao eixo rode e movimente a corrente.

#### 4.5.2. Desbloqueio manual

Na questão do desbloqueio manual dos motores, o ARGO já possui incorporado numa saída de dois cordéis para esse efeito, sendo um para desbloquear as reduções do o motor para uma manobra manual do portão e outro para o normal funcionamento com o automatismo.

Na versão dos BOTICELLI e EOS, existe um cordão que solta o cilindro metálico, que está preso à corrente, ficando livre de movimento juntamente com o garfo que segura o portão. No caso de não haver mais nenhuma entrada para o lado de dentro do portão sem ser pelo mesmo, é recomendado usar o kit de 7S, uma fechadura mecânica que possui um cordão metálico que faz a mesma função de desbloquear o cilindro metálico que o cordão junto ao garfo.

Nas imagens seguintes mostra o tipo de desbloqueamento de cada motor para uma melhor compressão do sistema.

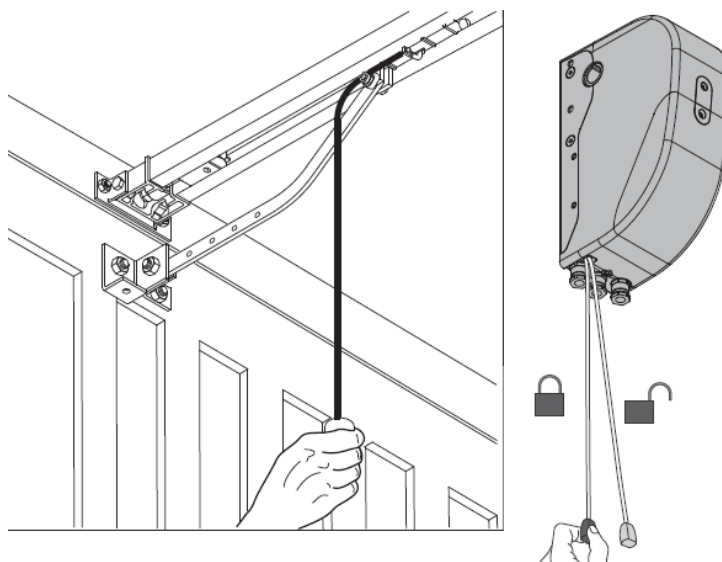


Figura 87-Desbloqueio manual portões de teto [66] [65]

### 4.5.3. Ligação das placas de bornes

Neste subcapítulo, tal como nos anterior, mostram-se as ligações possíveis de fazer nas entradas e saídas das unidades de controlo para os modelos deste género para aplicações para portões de teto.

Na seguinte figura segue-se as descrições das saídas e entradas das unidades de controlo, estão relacionadas com a figura 47 do capítulo anterior.

TERMINAL	DESCRIPTION
JP6	transformer wiring
JP7	motor wiring
1-2	Antenna input for integrated radio-receiver board (1: BRAID. 2: SIGNAL)
3-4	START input (N.O.)
3-5	STOP input (N.C.) If not used, leave the jumper inserted.
3-6	PHOTOCELL input (N.C.) If not used, leave the jumper inserted.
3-7	FAULT input (N.O.) Input for photocells provided with checking N.O. contact
8-9	24 V~ output for blinking light (25 W max)
10-11	24V~ 180mA max output – power supply for photocells or other devices
12-13	24V~ Vsafe 180mA max output – power supply for checking photocell transmitters.

Figura 88-Descrição bornes automatismos portões de teto [65]

#### 4.6. Instalação e configuração de automatismos para portas automáticas

Neste subcapítulo é falado sobre a instalação e procedimentos efetuados numa instalação de uma porta automática, nomeadamente na entrada da secretária do Instituto Miguel Torga. O esquema de montagem que se segue mostra os componentes gerais de um automatismo deste género:

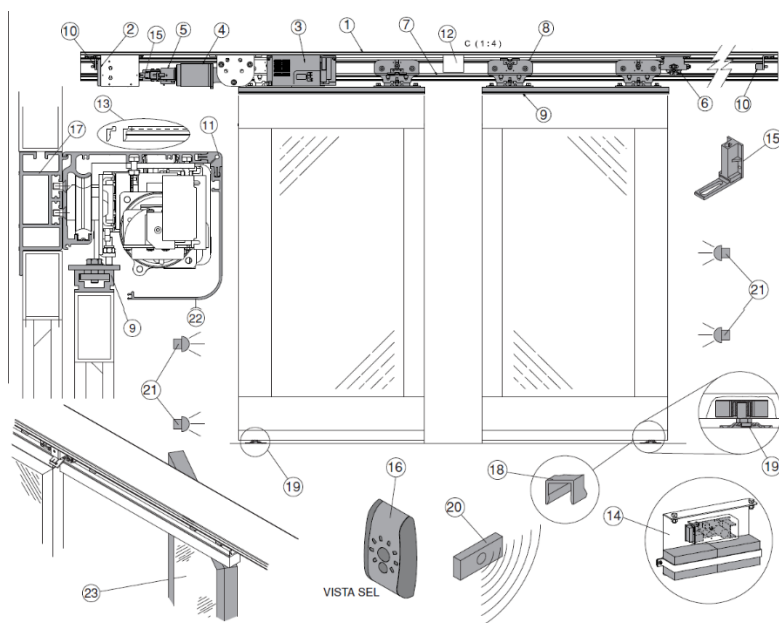


Figura 89-Esquema Vista SL [67]

O automatismo VISTA SL na composição base é composto por:

- 1 Travessa portante em alumínio oxidado;
- 2 Grupo de alimentação - interruptor bipolar, fusível e filtro anti interferência;
- 3 Unidade de controlo de microprocessador ARIA;
- 4 Moto redutor em corrente contínua;
- 5 Encoder ótico para deteção do percurso e controlo dos obstáculos;
- 6 Roda tensora;
- 7 Correia dentada de arrastamento;
- 8 Carro para folha, com rodas (anti-descarrilamento) sobre rolamentos, altura e profundidade reguláveis;
- 9 Perfil para fixação das folhas;
- 10 Batentes de final de curso de borracha;
- 11 Dobradiça de borracha;
- 12 Calha para passagem dos cabos;
- 13 WMP Wall Mounting Profile.

Para completar a instalação estão disponíveis os seguintes acessórios:

- 14 BBV Dispositivo antipânico a baterias;
- 15 ERV Ferrolho eletromagnético e desbloqueio manual;
- 16 VISTA SEL Botoneira de funções digital (opcional);
- 17 SBV Viga de sustentação em alumínio oxidado;
- 18 PGI Perfil guia porta inferior para folhas com caixilho;
- 19 PPR Corrediça para guia porta inferior;
- 20 RIP Radar infravermelho ativo de campo limitado;
- 21 FPA1 Fotocélulas (1 amplificador, 1 transmissor, 1 recetor)  
FPA2 Fotocélulas (1 amplificador, 2 transmissores, 2 recetores);
- 22 CRTV Cáter de fecho;
- 23 SASAM1-2 Dispositivo de segurança para abertura das folhas.

#### **4.6.1. Disposição das tubagens e cabos elétricos**

Numa instalação deste género são tipicamente instalados dois radares, um interior que dupla função (deteta posição e movimento) e um exterior que deteta movimento. Estes radares serão alimentados pela unidade de controlo da máquina com dois condutores de secção mínima de  $0.5 \text{ mm}^2$  e dois condutores de sinal de movimento com a mesma secção. Este sinal é enviado para o controlador assim que o radar deteta movimento através dos seus raios infravermelhos.

Em caso de a instalação não complementar radares interiores de dupla função, que não foi o caso da instalação no Instituto Miguel Torga, é instalado fotocélulas junto da porta. Estas têm as mesmas funções que as fotocélulas usadas nos outros automatismos e fazem a função de posição, complementando a função de movimento do radar interior.

Em relação ao desbloqueio da máquina para as portas correrem livremente, este automatismo possui um kit de desbloqueio que consiste em um cordão de aço que se pode puxar e este está interligado com as reduções do moto redutor, desprendendo as reduções do motor e fazendo o efeito de “embraiagem”. Relembrando que todos os automatismos têm de ter um mecanismo de desbloqueio obrigatoriamente, neste caso este instala-se do lado de dentro do edifício por segurança.

Para finalizar também foi instalado um seletor de funções, este está ligado diretamente as entradas de comando da unidade de controlo, onde se pode fazer enumeras funções carregando nos botões do seletor de funções, como por exemplo abrir, fechar, trancar ou deixar as portas meias abertas. O seletor de funções foi instalado dentro do edifício junto à secretária.

Na seguinte imagem é mostrado a disposição de cabos elétricos típica numa instalação deste género:

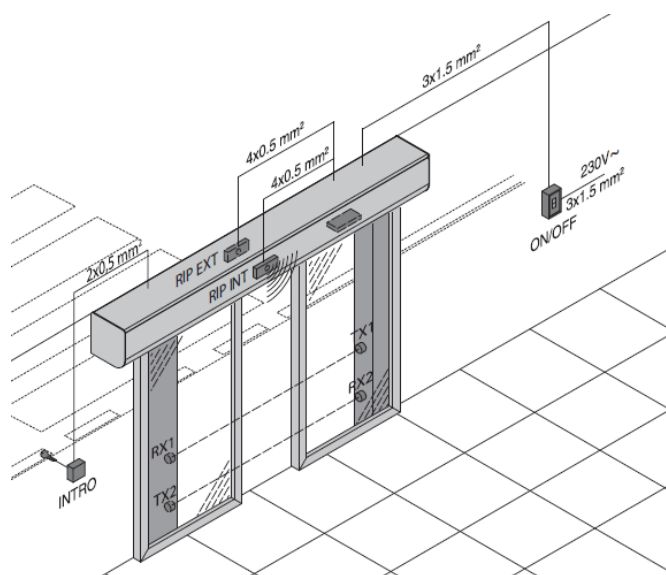


Figura 90-Disposição cabos elétricos VISTA SL [67]


#### 4.6.2. Ligação das placas de bornes

Na questão das ligações, a filosofia é a mesma em relação aos outros automatismos, existem entradas de alimentação, que pode vir de um transformador ligado à rede, ou de um pack de baterias caso a energia falte. Possui também duas entradas de alimentação do motor DC, que ao estar ligado vai rodar e este vai ser ligado pelo *enconder* que tem agrupado, este sinal é enviado para a unidade de controlo. E por último possui as típicas saídas para alimentação de acessórios como os radares e fotocélulas e devias entradas de sinal na linha de comandos da unidade de controlo.

A seguinte tabela, está relacionado com as figuras 48 e 49 do capítulo anterior, mostra a descrição de todos os bornes de ligação possíveis nesta máquina:



Tabela 20-Bornes Vista SL

TERMINAL	DESCRIPTION
JP2-JP4	Power supply unit wiring JP2= brown JP4= white/blue
JP7-JP8	Gearbox wiring JP7=brown JP8=white/blue
JP12	Encoder wiring
JP19	Solenoid lock wiring
L	PHASE
N	NEUTRAL
	EARTH
JP18	Universal palmtop programmer connector
JP10	Connector for additional optional boards
1	Controllers common
2	OPENING PHOTOCELL (NC) input
3	CLOSING PHOTOCELL (NC) input
4	STOP (NC) input
5	EXT. RADAR control (NO) input
6	INT. RADAR control (NO) input
7	OPEN KEY (NO) input
8	EMERGENCY input
9	Control common
10	OPENING PHOTOCELL FAULT (NO) input
11	CLOSING PHOTOCELL FAULT (NO) input
12-13	24V~ VSAFE 180mA max output Power supply to devices with checking function.
14-15	Serial RS485. 14 = A 15 = B Connection to external programming devices. Controllers common Connection of remote door in cage mode
16-17	24V~ 500mA max output Power supply to radar controls, photocells or other devices.
18-19-20	"Door status" output 18 = NO (voltage-free contact) 19 = COM (voltage-free contact) 20 = NC (voltage-free contact)
21-22-23	"Alarm" output 21 = NO (voltage-free contact) 22 = COM (voltage-free contact) 23 = NC (voltage-free contact)

#### 4.7. Instalação e configuração de automatismos para controlos de acesso

Durante o período de estágio ocorreram duas instalações deste tipo de equipamentos, na Universidade de Coimbra, uma GIOTTO (modelo DC), e em Viseu na empresa Pureever, duas barreiras MOOVI (modelo AC) a trabalhar em conjunto.

O propósito da instalação destes automatismos é controlar a entrada de veículos, em Viseu a instalação foi feita do zero e em Coimbra foi aproveitado já a tubagem de alimentação existente de antigas barreiras já não funcionais.

#### 4.7.1. Disposição das tubagens e cabos elétricos

Durante a passagem de tubagens e cabos elétricos é necessário ter um cabo  $3 \times 1.5 \text{ mm}^2$  para a alimentação da unidade de controlo da barreira, a partir da unidade de controlo derivam-se vários cabos elétricos, cada um com a sua função. Para a alimentação do motor, no caso de modelos AC, é necessário três cabos condutores, duas fases de rotação e neutro, e para modelos DC dois condutores, positivo e negativo. O sinal luminoso é ligado através de dois cabos de alimentação mais um cabo RG58 para aumentar o alcance de receção de ondas radio frequência do recetor incorporado da unidade de controlo. Para a deteção de veículos existem dois sistemas que se podem utilizar, um par de fotocélulas, recetora e emissora com os devidos cabos de alimentação e de sinal no caso da fotocélula recetora, um detetor de massas metálicas, ou os dois em conjunto. O detetor de massas metálicas consiste um pequeno controlador ligado de um lado a enrolamentos de cabos elétricos enterrados no chão que produzem um certo campo magnético, a passassem de viaturas por cima destes interfere nesse campo e este envia um sinal à unidade de controlo ao comando *START* conforme o pretendido. Este detetor quando deteta massas metálicas por cima do *loop* dos enrolamentos o controlador vai fechar um relé em que as saídas estão ligadas ao *START* e COMUM ou *CLOSE* e COMUM, fazendo assim um sinal de abertura ou fecho.

Na seguinte figura está ilustrado uma típica disposição de tubagens e cabos elétricos numa instalação de controlos de acesso deste género.

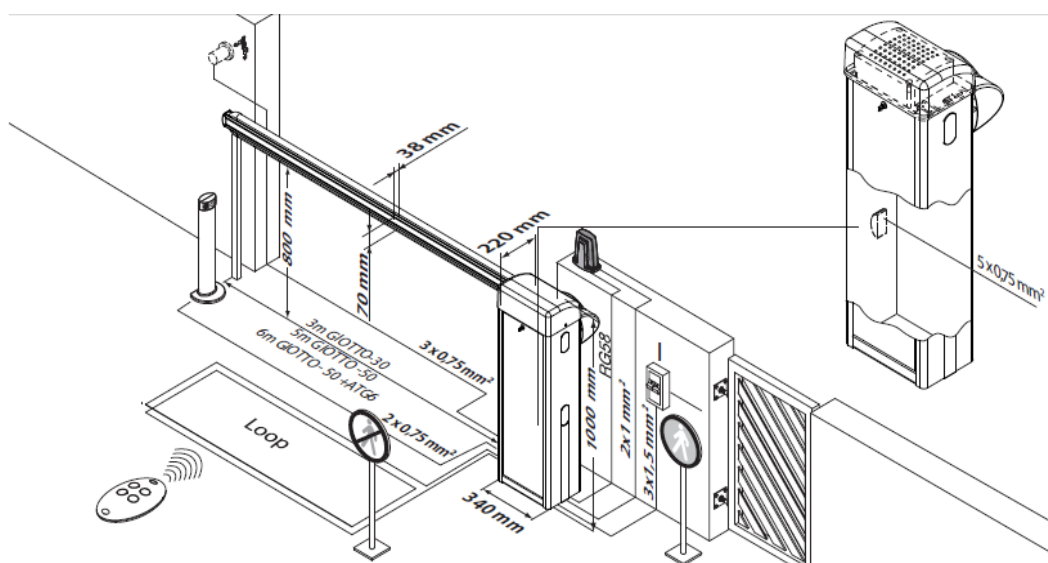
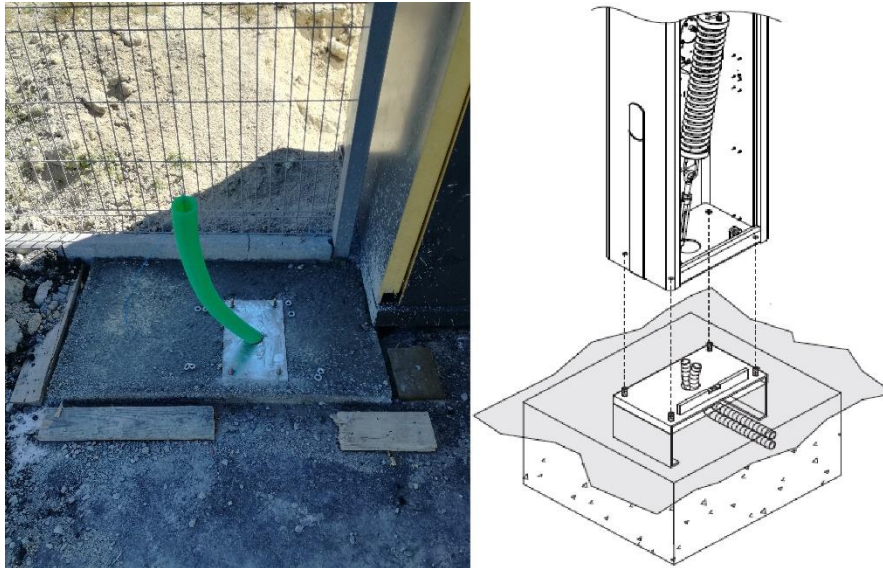


Figura 91-Disposição elétrica controlo de acesso [69]

#### 4.7.2. Fixação da base

Tal como os automatismos para portões de correr, as barreiras também possuem uma base de fixação metálica, esta base é soldada ao chão, dependendo do tipo de chão existente ou aparafusa num solo em cimento através de varas e buchas. Todas as alimentações e sinais de comando entram por debaixo desta base, como mostrado na seguinte figura.



*Figura 92-Base de fixação metálica barreira (Adaptado) [69]*

#### 4.7.3. Posição da mola e regulação de fins de curso

Dentro da EBP da barreira existe uma mola que se pode fixar por dentro no lado direito ou esquerdo, dependendo da direção que vai rodar a haste da barreira. Esta mola é regulável e serve para “ajudar” o motor a levantar a haste no movimento de rotação para abertura, com isto os motores fazem menos esforço e consequentemente têm uma maior duração média de vida.

A regulação dos fins de curso eletromecânicos é ajustada com uma chave de interiores dentro de um intervalo permitido pelo fabricante de maneira e ajustar o melhor possível o final da abertura e de fecho.

Na seguinte figura é mostrado a parte de trás da barreira onde se encontra a mola fixada e os fins de curso eletromecânicos:

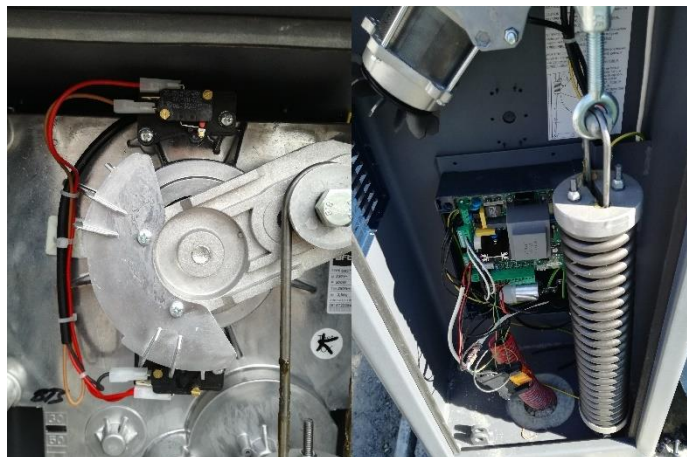


Figura 93-Fim de curso e mola de barreira (Adaptado)

#### 4.7.4. Função *Master Slave*

Na instalação em Viseu o cliente pretendia a instalação de duas barreiras, mas que trabalhassem em simultâneo, a opção de escolher uma GIOTTO veio facilitar nesse aspeto devido a ter a função *Master Slave* na unidade de controlo. Basicamente os sinais de comandos de *START* e *CLOSE* são mandados apenas para a barreira Master, esta envia através de uma ficha especial com multi-condutores que se liga de uma barreira à outra. Esta ficha, tanto na *Master* como na *Slave*, encaixa na unidade de controlo num sítio específico da placa onde as pistas dos bornes de encaixe das fichas estão ligadas em paralelo com as pistas de comandos *START* e *CLOSE* gerais da placa. Para a escolha da *Master* e *Slave* é uma questão de programação nos parâmetros da máquina.

Na seguinte imagem mostra as ligações precisas para o funcionamento da função *Master Slave* e a instalação final com essa função ativada.

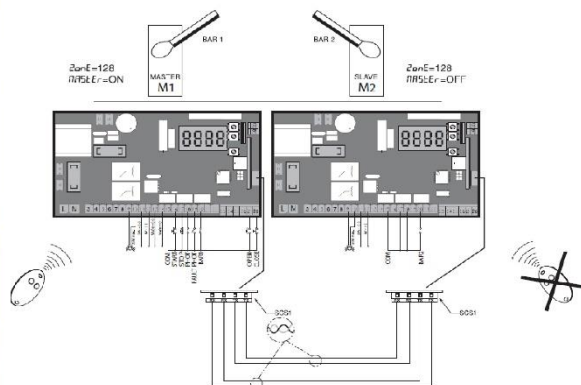


Figura 94-Função *Master Slave* GIOTTO (Adaptado) [69]

#### 4.7.5. Instalação de *Loop* de massas metálicas

Como referido anteriormente, em alguns casos é utilizado detetores de massas metálicas como forma de detetar veículos, na instalação na universidade de Coimbra foram instalados dois *loops* para este efeito, um na entrada (antes da barreira) e na saída da barreira. O primeiro ficou ligado em série com um detetor de cartões de funcionários, ou seja, assim que o condutor para em cima de detetor de cartões, e a máquina validava o seu cartão, este dava sinal de *START* em serie com o *loop* para a abertura da barreira. A abertura só se realizada quando a pessoa está em cima do *loop* e o seu cartão é validado na máquina.

A instalação recomendada do *loop* pelo fabricante apresenta-se na figura seguinte juntamente com uma figura de um corte onde se posicionam os fios entrelaçados.

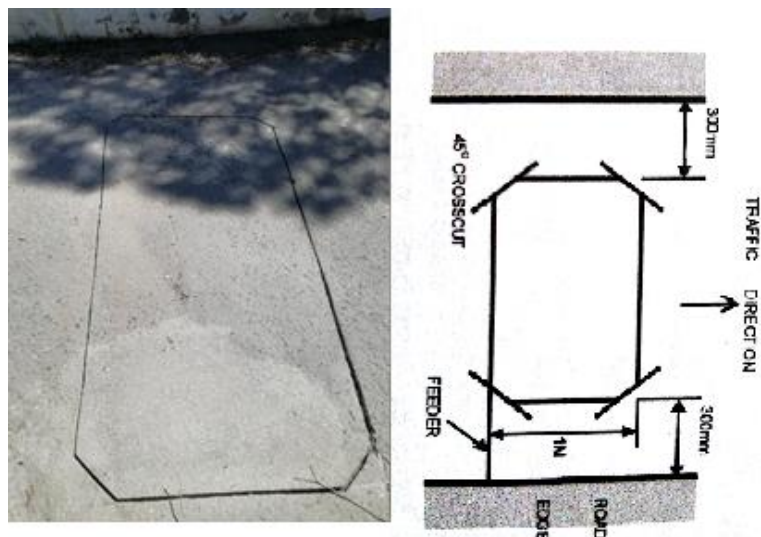


Figura 95-Instalação de loop (Adaptado)

#### 4.7.6. Ligação das placas de bornes

Neste subcapítulo, tal como o anterior, mostram-se as ligações possíveis de fazer nas entradas e saídas das unidades de controlo para os modelos AC ou DC deste género de motores para aplicações de controlo de acesso.

Nas figuras seguintes seguem-se as descrições das saídas e entradas das unidades de controlo, estão relacionadas com as figuras 52 e 53 do capítulo anterior, respetivamente.



BORNE	DESCRIPTION
1-2	Power supply 220-230 V 50/60 Hz (Neutral to terminal 1).
3-4-5	Motor M connection (terminal 4 common, terminals 3-5 motor start and capacitor).
1-4	220-230V flashing light connection
7-8	START input or key selector (N.O.) with trimmer TW=max. OPEN input (N.O.) with trimmer TW=min.
7-9	STOP button (N.C.). If not used, leave jumpered.
7-10	Photocell or pneumatic safety edge input (N.C.). If not used, leave jumpered.
7-11	Opening limit switch (N.C.). If not used, leave jumpered.
7-12	Closing limit switch (N.C.). If not used, leave jumpered.
13-14	24V-output to supply photocell and other devices.
15-16	Output for barrier open light / 2nd radio channel.
17-18	Antenna receiver input (17 signal 18 braiding).
19-20	PEDESTRIAN input (N.O.) with trimmer TW=max. CLOSE input (N.O.) with trimmer TW=min.
JP4	1-2 channel radio-receiver board connector.

Figura 96-Descrição Bornes MOOVI [68]

TERMINAL	DESCRIPTION
1-2	Control for cooling fan 230V~ ±10% (1=L) (2=N)
3-4	Not used
6-7	Motor connections
15-5	Motor connections, closing reference
15-8	Motor connections, opening reference
9-10	Flashing light (24 V~, 25W)
11-12	Accessories power supply: 24 V operation with mains power on. 24 V (11+,12-) operation with no mains power and optional buffer battery kit.
13-14	Safety device power supply output (photocell transmitter). <b>N.B.: output active only during operating cycle.</b> 24 V Vsafe operation with mains power on. 24 V (13+,14-) Vsafe operation with no mains power and optional buffer battery kit.
15-16	START button (N.O.) This option can be set via the "logic menu". Start - operation according to 2-3-4 step logic.
15-17	STOP input (N.C.) The command stops movement. If not used, leave jumper inserted.
15-18	PHOTOCELL input (N.C.). Operation according to photocell during opening logic. If not used, leave jumper inserted.
19	Safety device test input <b>FAULT - PHOT</b> (N.O.).
15-20	SAFETY EDGE input <b>BAR</b> (N.C.). The command reverses movement during closing and stops movement during opening. If not used, leave jumper inserted.
21-22	Barrier-open warning light output (N.O. contact, 24V~/3W max) or, in alternative, alarm output (see Table "B", Alarm SCA) and Connection To Parky Car-Park Management System
23-24-25-26	Encoder inputs
15-27	<b>OPEN/ TIMER</b> control button (N.O.) Open - Gate opened with this command. Timer - If the contact is closed, the leaves open and stay open until the contact is opened. If the contact connected is open, the leaves close and are ready for normal operation.
15-28	Close button <b>CLOSE</b> (N.O.) The command causes the leaf to close.

Figura 97-Descrição Bornes GIOTTO [69]

#### 4.8. Instalação e configuração de Fotocélulas

O uso de fotocélulas neste tipo de automatismos complementa a segurança dos mesmos para com viaturas ou pessoas. Como referido no capítulo anterior, as fotocélulas têm a função de interromper o funcionamento do automatismo caso algum obstáculo se meta em frente do recetor e emissor, cortando assim a radiação de infravermelhos entre cada uma. Quando este caso acontece o recetor fecha um relé que envia um sinal para a unidade de controlo do automatismo. Este acessório pode ser encastrado na parede, desde que

tenha as tubagens já pré-instalados, ou através de um acessório de fixação ao chão, mostrado na seguinte figura. Este acessório é válido para todos os automatismos instalados anteriormente, incluindo o processo da sua instalação.



*Figura 98-Acessório de fixação ao chão de Fotocélula*

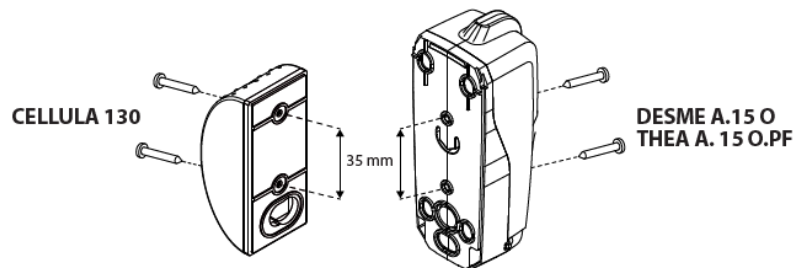
Para a instalação destes acessórios é necessário cabos elétricos específicos, para este efeito foram utilizados em todas as instalação, cabo ACN (cabo de alarme) com secção de 0,5 mm<sup>2</sup> para condutores de envio de sinais e 0,75 mm<sup>2</sup> para alimentação. Esta diferença de secções deve-se ao facto do envio de sinais não ser constante, e a corrente que o percorre ser muito baixa. Na questão da alimentação a escolha da espessura 0,75 mm<sup>2</sup> dos condutores é recomendada pelo fabricante das fotocélulas para uma alimentação contínua de 24 V, seja em AC ou DC. Estas secções são as mínimas recomendadas, o sobredimensionamento das mesmas não influencia o funcionamento das fotocélulas.



*Figura 99-Cabo ACN 6 condutores*

A fixação das fotocélulas é feita através de buchas e parafusos, se for feito em parede, ou apenas de encaixe, se for feito no acessório de fixação. Os novos modelos, as DESME 1.5, o único modelo instalado durante o período de estágio, vieram a substituir o antigo modelo lançado pela marca BFT, a CELLULA 130. Apesar das diferenças estéticas, o

funcionamento das duas é muito semelhante, e a nível eletrónico a grande diferença é no tamanho dos sensores do antigo modelo que são mais pequenos e menos potentes, tendo assim menos alcance máximo para com o modelo DESME 1.5. Na seguinte imagem é ilustrado os dois modelos BFT existentes, o antigo (CELLULA 130) e o novo (DESMA 1.5)



*Figura 100-Dois modelos existentes fotocélulas BFT [72]*

Após a fixação das fotocélulas, tubagens e cablagem previamente instaladas, é devidamente feita a correta posição da cablagem em cada borne das fotocélulas. Na fotocélula emissora, como referido anteriormente, é ligado dois condutores de alimentação. Na fotocélula recetora é ligado dois condutores de alimentação e dois condutores para envio de sinal, lembrando que a fotocélula funciona com um relé normalmente aberto, ou seja, a unidade de controlo vai ter informação que existe algum obstáculo quando a fotocélula dá informação ao relé para se fechar e completar o circuito PHOT e COMUM da unidade de controlo. O borne nº4 da fotocélula recetora normalmente nunca foi usado numa instalação deste género, apenas funciona se programar a unidade de controlo para fazer um teste de funcionamento das fotocélulas antes de se dar como concluída a instalação do automatismo. As seguintes figuras mostram o típico esquema de ligações das fotocélulas juntamente com um exemplo prático:



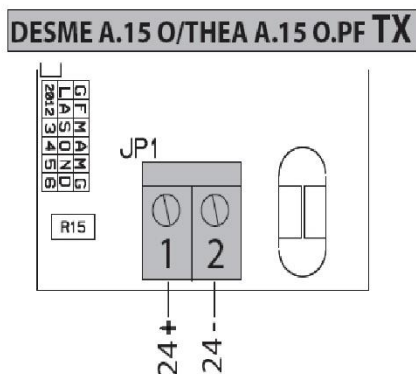


Figura 101-Esquema Fotocélula emissora (Adaptado)

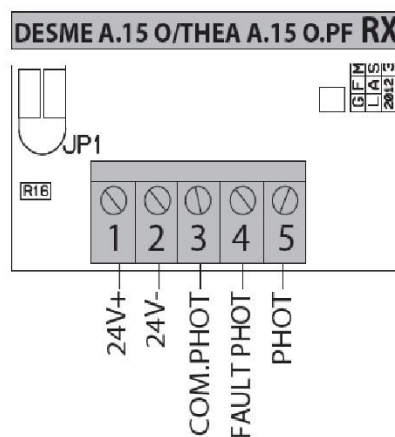
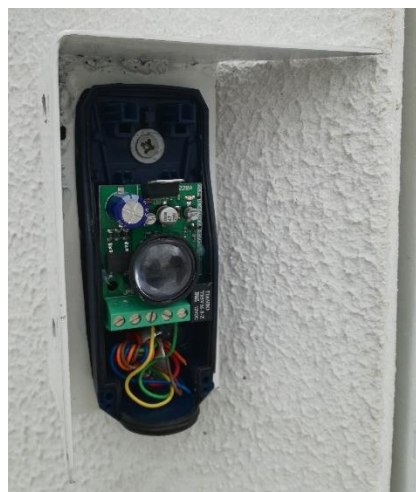


Figura 102-Esquema Fotocélula recetora (Adaptado)

Por fim e após a finalização da instalação das fotocélulas e a sua ligação, a sua alimentação deve ser ligada aos bornes específicos na unidade de controlo para saídas de alimentação de acessórios ou bornes específicos de fotocélulas, dependendo do modelo, e às entradas de sinais no *COMUM* e *PHOTO* da unidade de controlo. No seguinte esquema é representado um esquema completo de ligações das fotocélulas e aplica-se para todos os automatismos instalados. Referindo que a numeração dos bornes varia de modelo para modelo.

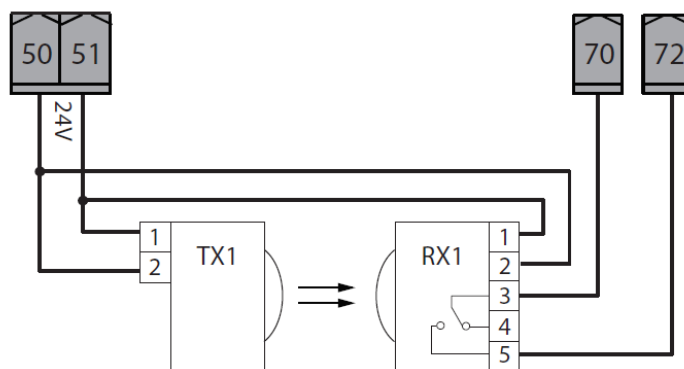


Figura 103-Esquema de ligações completo fotocélulas [72]

#### 4.9. Instalação e configuração dispositivos para linha de comandos

A ligação de dispositivos à linha de comandos do controlador de cada automatismo é um dos métodos de acionar o próprio, caso o cliente também pretenda este procedimento. As entradas da linha de comandos podem ter, dependendo de cada modelo de unidade de controlo, uma ligação *START*, em que dá uma instrução ao processador da unidade de controlo para acionar o automatismo, abrir no caso de fechado e fechar no caso de aberto. Possuem também entradas *OPEN* e *CLOSE*, na instrução *OPEN* o procedimento dá instruções para apenas dar ordem para abrir o portão ou barreira e vice-versa no caso da acionarem um comando *CLOSE*. Caso estes comandos sejam acionados, o *OPEN* com o portão aberto ou o comando *CLOSE* com o portão fechado, tornam-se redundantes. Para a instalação de mecanismos que acionem estes comandos é usual usar botões de pressão normalmente abertos em instalações. Destes botões saem dois fios de sinal, um ligado à instrução que se pretende e o outro ao comum dessa linha de comandos para haver condução e completar o circuito.

No caso de o cliente pretender um comando de emergência, todas as unidades de controlo de todos os automatismos instalados possuem uma entrada *STOP*, semelhante aos comandos anteriores, é utilizado um botão de pressão para acionar esta instrução. Para o correto funcionamento desta instrução o botão de pressão deve ser normalmente fechado, ou seja, enquanto não for acionado existe uma continuidade entre o *STOP* e o COMUM do controlador, assim que o botão é pressionado esse circuito fica aberto, dando instrução ao processador do controlador que a instrução *STOP* foi acionada e parar o automatismo por completo enquanto esse circuito estiver interruptivo.

Por fim, em alguns modelos, existe a possibilidade de haver um comando PED, uma instrução pedonal que aciona o portão para abrir apenas metade, é usado para a entrada de peões e existe em alguns controladores como automatismos para portões de correr e de teto. Esta instrução é feita através de um botão de pressão normalmente aberto que fecha o circuito PED e dá instrução ao controlador de abrir uma parte do percurso a percorrer, normalmente metade.

Na seguinte imagem é mostrado um exemplo prático da implementação de dispositivos para acionar estes comandos, do lado esquerdo tem-se um botão verde ligado ao COMUM e *START* e um botão preto ligado ao comando PED, esta instalação foi feita num controlador LIBRA num automatismo PHOBOS BT. Do lado direito apresenta-se um botão de pressão normalmente aberto ligado ao *START* do controlador, uma VENERE de um ARGO.



*Figura 104-Dispositivos acionamento linha de comandos (Adaptado)*

#### **4.10. Instalação e configuração de baterias em automatismos DC**

A instalação do sistema de baterias é uma grande vantagem nos sistemas em corrente contínua, têm a possibilidade de funcionarem caso a energia da rede elétrica falhe. Todos os controladores instalados durante o período de estágio com motores DC têm a possibilidade de ligar o sistema de baterias (baterias + controladora) nas entradas de alimentação do controlador, ou seja, ligado em paralelo com a saída do transformador principal. A instalação deste tipo de sistema depende do cliente, porque aumenta o

orçamento final da instalação do automatismo, mas é deveras aconselhável tirar partido deste sistema sendo um automatismo em corrente contínua.

Na seguinte figura mostra as ligações feitas numa instalação de um PHOBOS BT, durante o estágio, dum controlador LIBRA incorporado com um sistema de baterias. As ligações foram baseadas nuns esquemas da figura 59 do capítulo anterior.

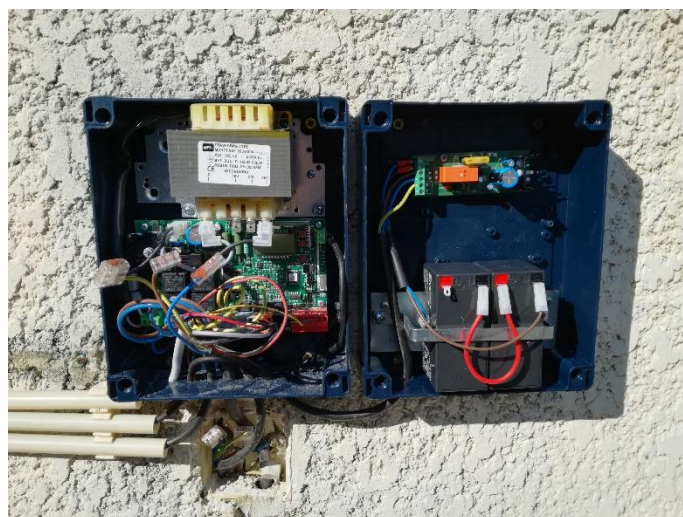


Figura 105-Sistema de baterias ligado ao controlador

#### 4.11. Configuração e reconhecimento de comandos de radiofrequência

Os comandos radiofrequência são um dos métodos de *START* deste tipo de automatismos, todos os controladores da BFT vêm com um recetor *Rolling Code* incorporado.

Estes recetores normalmente vêm com duas saídas, um canal de saída que ativa um comando *START* e um segundo canal que se ativado ativa um relé que liga o seu setor secundário a uma saída de borne específico ou desejado do controlador caso seja necessário. Tal como falado no capítulo anterior, estes recetores para melhor captação de sinal, é recomendado utilizar-se uma antena para captação de sinais a 433 MHz, a gama de frequências usada por este tipo de sinais. Deve-se utilizar um cabo coaxial RG58 para esse efeito, com isto o alcance aumenta significativamente.

O recetor *Rolling Code* incorporado é capaz de gravar transmissores e estes sejam capazes de enviar um sinal com uma determinada codificação. Sendo *rolling code* enviam uma parte de código fixo, para o recetor reconhecer o dispositivo, e uma parte de código variável, onde este se corresponder aos sinais possíveis gravados na memória do recetor é aceite e ativa uma das saídas do recetor para a unidade de controlo.

Para a programação de comandos radiofrequência, independentemente se for programação por botões *switches* ou por *display*, o fundamento é o mesmo. Pressiona-se um botão específico do controlador usado para programação de comandos radiofrequência, ou dentro do menu rádio se o controlador já possuir um *display*. Posteriormente carrega-se numa tecla escondida no comando onde este vai enviar um sinal que será captado com o recetor do controlador, se este sinal foi compatível com o recetor este vai aceitá-lo e deve-se proceder ao próximo passo, que é pressionar a tecla pretendida no comando para acionar o comando *START* quando o automatismo estiver em total funcionamento.

A seguinte figura foi retirada duma instalação feita durante o período de estágio e é mostrado um recetor *Rolling Code* incorporado no controlador com os botões *switches* para a configuração do comando, e um exemplo de comando *Rolling Code* usado para estes sistemas.



Figura 106-Transmissor e recetor *Rolling Code* (Adaptado)

#### 4.12. Programação da unidade de controlo

A programação nestes sistemas é um dos passos mais importantes da sua configuração, é dela que depende um bom funcionamento do mesmo e com isto ser um sistema o mais fiável possível e de preferência que dure a longo prazo, a unidade de controlo, como referido anteriormente, está equipado com um microprocessador e é-lhe fornecido informações como parâmetros ou lógicas de funcionamento predefinidos pelo construtor. Estes podem variar, dependendo de cada modelo, através de *dip switches*, potenciômetros, botões *switches* ou no caso de modelos mais recentes uma programação mais simplificada através de um *display* com botões *switches*. Na figura seguinte é mostrado duas imagens distintas de programação, mas funcionalmente semelhantes, com e sem *display*.



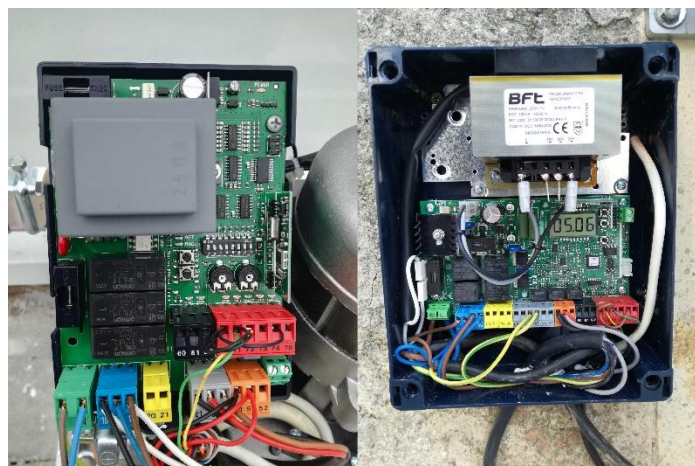


Figura 107-Controlador de DEIMOS AC e PHOBOS BT (Adaptado)

As configurações a fazer estão divididas em até cinco menus possíveis quando programadas em *display*, e dois ou três menus quando são configurados através de alteração de potenciômetros e *dip switch*.

No menu de parâmetros é possível modificar tempo de trabalho dos motores e forças exercidas, mas algumas opções são restritas dependendo se o automatismo trabalhar com motores em corrente alternada ou corrente contínua. Para motores AC e sem fins de curso eletromecânicos existe um parâmetro de tempo de trabalho, onde se consegue definir um valor de tempo de trabalho entre dois valores em segundos. Estes valores dependem de cada modelo e estão bloqueados no valor máximo por razões de segurança da máquina indicadas pelo fabricante.

Existem para todos os modelos um parâmetro chamado “TCA”, que significa tempo de fecho automático, onde se pode definir um valor numérico de tempo de fecho automático entre três a vinte segundos.

Para os modelos aplicados a portões de batente existem dois parâmetros dedicados, tempo de atraso na abertura e fecho, que serve para ajustar os tempos da abertura e fecho dos portões ao gosto do cliente, o tempo de abertura é regulável entre um a dez segundos e o de fecho de um a vinte segundos.

Nos motores de corrente contínua, devido às saídas dos relés serem controladas a nível de tensão é possível variar a força exercida pelos motores e definir um espaço de desaceleração se assim o pretender. A força exercida pode ser regulável de 10 a 90 % da força total do motor. Já o espaço de desaceleração define o espaço em que o percurso é feito em baixa velocidade, pode ser mudado numericamente entre 5 a 50% da força total

do motor e é usado num determinado ponto perto do final do percurso por uma questão de segurança.

Em relação ao menu de lógicas é possível, referindo novamente que algumas opções são restritas de alguns modelos e com diferentes motores, ativar o TCA, bloqueios de impulsos de abertura, pré-alarme, ativação de fotocélulas na abertura, lógica de três ou quatro passos e ativação da lógica *Master/Slave* em caso de haver dois automatismos a trabalhar em conjunto.

O TCA (tempo automático de fecho) pode ser ativado ou desativado neste menu, ficando com os tempos que foram submetidos no menu anterior. A escolha desta lógica depende inteiramente do cliente caso este queira que o seu automatismo passado um tempo ative para fechar o portão ou não.

O bloqueio de impulsos na abertura serve para quando é ativado um comando *START*, por exemplo por um comando de radiofrequência previamente registado, a unidade de controlo vai continuar a fazer essa instrução sem interrupções, ou seja, por mais que se carregue no comando para o motor parar o portão ou fazer o movimento inverso, tem de se esperar que acabe de abrir, esta opção pode ser ativada ou não nesta lógica.

A função Pré-alarme serve estritamente como um aviso que o automatismo vai começar a trabalhar e a sua carga se mexer, esta função é válida para controladores que tenham entrada de sinal luminoso e este pode ser ativado ou não, três segundos antes do arranque do motor. Caso não seja ativado o sinal luminoso acende por defeito com o arranque do motor.

Relativamente à ativação das fotocélulas na abertura, normalmente é desativado esta opção. Durante o processo de abertura, quer seja numa barreira, portão de correr ou portão de teto, não existe perigo de bater ou causar algum tipo de esmagamento em algo. No caso do fecho já não é possível alterar esta lógica da máquina, devido às razões óbvias de segurança, caso um peão ou carro passe no feixe das fotocélulas enquanto o portão está a fechar, este para ou volta para trás para não ocorrer o risco de bater em algum obstáculo.

Em relação à lógica de três ou quatro passos, esta serve para como o cliente quer o funcionamento do seu automatismo quando abre e fecha, ou quando carrega novamente no comando enquanto um destes processos está a percorrer. Na seguinte tabela é mostrado

de maneira simplificada o funcionamento do automatismo caso esteja configurado na lógica de três passos ou quatro passos:

*Tabela 21-Ativação lógica 3 ou 4 passos*

	<b>3 Passos</b>	<b>4 Passos</b>
<b>Fechada</b>	Abre	Abre
<b>No fecho</b>		Stop
<b>Abertura</b>	Fecha	Fecha
<b>Na abertura</b>	Stop + TCA	Stop + TCA
<b>Depois do STOP</b>	Abre	Abre

Por fim na lógica existe, em determinados controladores, a possibilidade de criar um *Master* (Mestre) e um *Slave* (Escravo). Para o funcionamento correto desta opção deve-se programar nas duas centrais em questão, ativar o Master no automatismo que se quer que fique no controlo, e o *Slave* no outro.

No próximo menu, menu rádio, é possível adicionar comandos, com os procedimentos descritos anteriormente, ver lista de comandos adicionados, no caso de controladores com *display*, onde é possível ver a lista dos números dos transmissores e a sua localização na memória. Também existe a possibilidade de apagar alguns comandos ou mesmo eliminar a lista completa, no caso que se queira fazer *reset* no sistema.

Existe nos modelos com *display*, um menu de línguas onde é possível definir a língua que se quer que apresente nos menus, existem algumas como italiano, francês, alemão, espanhol e inglês, visto que é um produto com marcação CE e é vendido livremente na União Europeia.

Por fim existe um pequeno menu chamado “Menu *Default*” que conduz a unidade de controlo para os valores predefinidos antes de todas as modificações feitas. Este menu só é usado em caso de ocorrer um erro a nível de software da máquina ou em caso de *reset* total.



#### 4.13. *AutoSet*

Após a instalação dos automatismos e a devida previa configuração de lógica e parâmetros, é realizado um *AutoSet*. Um teste onde a máquina vai funcionar sozinha por um período de tempo onde vai avaliar o percurso, o seu início e fim, e a força de atrito que influência a corrente nos motores.

A operação de *autoset* deve ser efetuada só depois de se ter verificado o movimento exato da folha (portão/haste) na abertura e fecho e o correto posicionamento dos bloqueios mecânicos caso existam. É aconselhável efetuar um *autoset* cada vez que se modifica o espaço de desaceleração para a máquina fazer uma nova reavaliação do percurso.

Durante o processo de *autoset* a função de deteção de obstáculos (fotocélulas) não está ativa, por isso deve-se controlar o movimento do automatismo e impedir que pessoas ou veículos se aproximem ou fiquem parados no raio de ação do movimento.

Caso a energia falhe e o automatismo pare, no caso de não ser um modelo BT (DC) e não possuir baterias de *backup*, quando a energia voltar ao controlador, este está programado para realizar as manobras seguintes à velocidade de *autoset* até à localização dos fins de curso. Por fim referir que os valores da força de impacto devem estar previstos pela norma EN12445 e que sejam inferiores ao indicado pela norma EN 12453, faladas anteriormente. Uma configuração errada da sensibilidade pode ser causa de danos para pessoas, animais ou viaturas. Para se obter um melhor resultado, aconselha-se a executar o *autoset* com os motores em repouso, não aquecidos por um número considerável de manobras consecutivas.



## 5. Conclusões

A oportunidade deste estágio curricular surge da procura, por parte da empresa, de alguém com conhecimentos apurados de eletrotecnia para implementação e manutenção de automatismos e ajudar no crescimento da empresa. Foram dadas formações gerais sobre todo o tipo de automatismos que a empresa instala, onde foram recomendados manuais de instalação que possuem conceitos técnicos e teóricos para um estudo mais profundo das máquinas. Além disso, um curso de soldadura, onde foi aplicado em algumas instalações nomeadamente em automatismos de portões de correr, e o conhecimento de empresas parceiras da BEAX no caso de compra de peças/stock para a instalação/manutenção destes automatismos. Desta forma o estágio surge com o principal objetivo de implementar automatismos e controlos de acesso, fazer a sua devida manutenção em caso de avaria ou numa inspeção.

O conhecimento de toda a estrutura de um automatismo, nomeadamente, o tipo de motor usado, o seu adequado funcionamento, a sua classe térmica e o seu grau de proteção, os constituintes do motor redutor, o uso de *encoders* e fins de curso, os constituintes da unidade de controlo, o dimensionamento dos fusíveis de entrada, o uso de condensadores de arranque em alguns modelos, os relés eletromecânicos de saída, etc, foram essenciais para a compreensão deste género de máquinas e da sua correta instalação e funcionamento.

Durante as instalações o dimensionamento e escolha de tubagens, calhas e cablagem elétrica foram essenciais para uma correta instalação de cada automatismo e acessórios para prolongar a duração das máquinas o máximo possível.

A possibilidade de instalar diferentes automatismos e controlos de acesso, com diferentes motores e acessórios, deu a hipótese de conhecer e aprender uma vasta gama de unidades de controlo e as diferenças quando construídas para motores em corrente alternada ou corrente contínua. Com esta vasta gama de escolhas existe grandes diferenças de preços e proporcionam ao cliente um maior poder de escolha, consoante o seu pretendido. Futuramente na empresa deixarão de haver automatismos com motores em corrente alternada devido às suas limitações perante motores de corrente contínua, e as novas versões de unidades de controlo serão configuradas com programação simplificada, com *displays*.

Depois de alguma preparação e estudo durante o estágio houve a possibilidade de trabalhar sozinho nestes projetos, gerir o stock necessário para cada instalação, fazer uma preparação previa dos projetos e contactar diretamente os clientes. Com isto consolidou-se muitos conceitos teóricos aprendidos no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra e uma excelente preparação para o futuro mercado de trabalho.

## Referências

[1]-12 2016. [Online]. Available:

<https://tecnologiasindustriais.wordpress.com/category/automatos-programaveis/>.

[2]-F. d. E. d. U. d. Porto, 11 11 2016. [Online]. Available:

[https://paginas.fe.up.pt/~asousa/tsca/Omron/cursos\\_omr/Teoria1+2+3\\_V1\\_0.pdf](https://paginas.fe.up.pt/~asousa/tsca/Omron/cursos_omr/Teoria1+2+3_V1_0.pdf).

[3]- [Online]. Available: <http://athoselectronics.com/acoplador-optico/>. [Acedido em 28 12 2016].

[4] - F. Petruzella, “Motores Elétricos e Acionamentos: Série Tekne,” Bookman Editora, 2013, 2016.

[5]- Siemens, “Google,” [Online]. Available:

[https://www.google.pt/search?biw=1366&bih=637&tbm=isch&sa=1&q=motor+eletrico&oq=motor+eletrico&gs\\_l=psy-ab.3..0i67k1j0l9.160644.162767.0.162988.16.14.1.0.0.0.158.1239.9j4.13.0....0...1.1.64.psy-ab..2.14.1244...0i10k1j0i19k1j0i8i13i30i19k1.0.ri09h-hPGYA#im](https://www.google.pt/search?biw=1366&bih=637&tbm=isch&sa=1&q=motor+eletrico&oq=motor+eletrico&gs_l=psy-ab.3..0i67k1j0l9.160644.162767.0.162988.16.14.1.0.0.0.158.1239.9j4.13.0....0...1.1.64.psy-ab..2.14.1244...0i10k1j0i19k1j0i8i13i30i19k1.0.ri09h-hPGYA#im). [Acedido em 12 12 2016].

[6]- Citisystems, “<https://www.citisystems.com.br>,” [Online]. Available:

<https://www.citisystems.com.br/motor-cc/>. [Acedido em 10 12 2017].

[7]- ENGEEL, “Motor de Corrente Contínua (CC) e Motor Universal,” 2014

[8]- C. S. D. (. capacitors), LA.gov, Louisiana, 2012. [Online]. Available:

<http://www.dnr.louisiana.gov/assets/TAD/education/ECEP/hvac/d/d.htm>. [Acedido em 12 11 2016].

[9]- E. S. d. T. e. G. d. Viseu, “Máquinas Elétricas, Métodos de Arranque,” [Online]. Available:

<http://www.estgv.ipv.pt/PaginasPessoais/eduardop/MqE/Formas%20arranque%20indu%C3%A7%C3%A3o.pdf>. [Acedido em 14 12 2016].

[10]- “<http://frestorno.com.br>,” [Online]. Available:

[http://frestorno.com.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=93:usi](http://frestorno.com.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=93:usi)

nagem-de-engrenagens-retas-e-helicoidais-gremalheiras-e-roscas-sem-fim&catid=43:area-de-atuacao&Itemid=174. [Acedido em 10 12 2017].

[11]- “<https://www.logismarket.ind.br/frezadora-paulista/engrenagens-conicas-com-dentes-retos/1761318706-1763594989-p.html>,” [Online]. Available: <https://www.logismarket.ind.br/frezadora-paulista/engrenagens-conicas-com-dentes-retos/1761318706-1763594989-p.html>. [Acedido em 10 12 2017].

[12]- “<http://www.rceletrico.com.br/forum/viewtopic.php?f=7&t=21470&start=0>,” [Online]. Available: <http://www.rceletrico.com.br/forum/viewtopic.php?f=7&t=21470&start=0>. [Acedido em 10 12 2017].

[13]- “<http://www.directindustry.com/pt/fabricante-industrial/engrenagem-hipoide-112901.html>,” [Online]. Available: <http://www.directindustry.com/pt/fabricante-industrial/engrenagem-hipoide-112901.html>. [Acedido em 10 12 2017].

[14]- “<http://www.pozelli.ind.br/engrenagem-cremalheira>,” [Online]. Available: <http://www.pozelli.ind.br/engrenagem-cremalheira>. [Acedido em 10 12 2017].

[15]- “<http://www.pozelli.ind.br/engrenagem-sem-fim>,” [Online]. Available: <http://www.pozelli.ind.br/engrenagem-sem-fim>. [Acedido em 10 12 2017].

[16]- K. (. M. f. D. D. Library). [Online]. Available: <http://kmoddl.library.cornell.edu/index.php>. [Acedido em 7 11 2016].

[17]- U. T. F. d. Paraná, 2014. [Online]. Available: [https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwinpqHZ-YnXAhVGcRQKHfIjCywQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fpaginapessoal.utfpr.edu.br%2Fferley%2Finst.-industriais-2%2FProt\\_motores\\_MT.pdf%2fat\\_download](https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwinpqHZ-YnXAhVGcRQKHfIjCywQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fpaginapessoal.utfpr.edu.br%2Fferley%2Finst.-industriais-2%2FProt_motores_MT.pdf%2Fat_download)

[18]- A. L. M. Rodrigues, “Estudo Comparativo de Sistema de Isolação em Motores MT,” Porto, 2010.

[19]- Weg, “Motores Elétricos Guia de Especificação,” 2016.

[20]- I. N. C. Braga, “[newtoncbraga.com](http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/5454-mec128),” [Online]. Available: <http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/5454-mec128>. [Acedido em 5 1 2017].

- [21]- eurocircuits, “[www.eurocircuits.com](http://www.eurocircuits.com),” [Online]. Available: <https://www.eurocircuits.com/making-a-pcb-pcb-manufacture-step-by-step/>. [Acedido em 5 2 2017].
- [22]- E. PT, “<https://www.electronica-pt.com>,” [Online]. Available: <https://www.electronica-pt.com/placas-circuito-impresso>. [Acedido em 17 1 2017].
- [23]- F. Fusiveis, “<http://tudosobrefusiveis.blogspot.pt>,” 7 2014. [Online]. Available: <http://tudosobrefusiveis.blogspot.pt/2014/07/>. [Acedido em 23 4 2017].
- [24]- PortalElectricista, “<http://www.portaleletricista.com.br>,” 2014. [Online]. Available: <http://www.portaleletricista.com.br/tipos-de-fusiveis/>. [Acedido em 17 5 2017].
- [25]- T. Tom, “Apostila de transformadores,” 2012.
- [26]- infopédia, Porto Editora, [Online]. Available: [https://www.infopedia.pt/\\$michael-faraday](https://www.infopedia.pt/$michael-faraday). [Acedido em 7 4 2017].
- [27]- M. d. Comunicações, “<http://macao.communications.museum>,” [Online]. Available: [http://macao.communications.museum/por/exhibition/secondfloor/MoreInfo/2\\_4\\_2\\_Transformer.html](http://macao.communications.museum/por/exhibition/secondfloor/MoreInfo/2_4_2_Transformer.html). [Acedido em 15 2 2017].
- [28]- sofisica, “[www.sofisica.com.br](http://www.sofisica.com.br),” [Online]. Available: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/InducaoMagnetica/transformadores.php>. [Acedido em 14 6 2017].
- [29]- P. H. Geiger, “A new electronic rectifier,” em *Journal of the A.I.E.E.*, IEEE, 1957.
- [30]- Wikipedia, “<https://en.wikipedia.org>,” 2017. [Online]. Available: [https://www.google.pt/search?q=varistor&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUK\\_EwilyK2tr4zXAhWC7xQKHThSCYwQ\\_AUICigB&biw=1366&bih=](https://www.google.pt/search?q=varistor&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUK_EwilyK2tr4zXAhWC7xQKHThSCYwQ_AUICigB&biw=1366&bih=)
- [31]- Wikipedia. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Circuito\\_retificador#/media/File:Fonte\\_de\\_tens%C3%A3o\\_em\\_blocos.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Circuito_retificador#/media/File:Fonte_de_tens%C3%A3o_em_blocos.jpg). [Acedido em 26 8 2017].

- [32]- F. -. UNICAMP, “<http://www.dsce.fee.unicamp.br>,” [Online]. Available: <http://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/pdf/ee833/Modulo2.pdf>. [Acedido em 18 3 2017].
- [33]- G. G. M. GOZZI, “Circuitos com diodos,” Projeto INCOM, 1999.
- [34]- D. M. d. Santos, “<https://www.infoescola.com>,” 2016. [Online]. Available: <https://www.infoescola.com/electronica/rele/>. [Acedido em 27 8 2017].
- [35]- “<http://www.mecatronizando.com.br>,” 17 9 2016. [Online]. Available: [https://www.google.pt/search?q=composi%C3%A7%C3%A3o+rel%C3%A9&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj70YKcyo7XAhUCthQKHV8UApkQ\\_AUICigB&biw=1366&bih=637#imgrc=q5umzl5GTVEfQM:](https://www.google.pt/search?q=composi%C3%A7%C3%A3o+rel%C3%A9&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj70YKcyo7XAhUCthQKHV8UApkQ_AUICigB&biw=1366&bih=637#imgrc=q5umzl5GTVEfQM:). [Acedido em 4 3 2017].
- [36]- W. Schmidt, “Materiais Elétricos - Vol. 2 Isolantes e Magnéticos 3 ed.,” São Paulo, 2010.
- [37]- G. S. University, “Charging a Capacitor,” 2015.
- [38]- M. d. C. O. Martins, “<https://www.coladaweb.com>,” 2014. [Online]. Available: <https://www.coladaweb.com/quimica/eletroquimica/diodo-semicondutor>. [Acedido em 18 1 2017].
- [39]- “<http://macao.communications.museum>,” 2013. [Online]. Available: [http://macao.communications.museum/por/exhibition/secondfloor/MoreInfo/2\\_10\\_2\\_HowDiodeWorks.html](http://macao.communications.museum/por/exhibition/secondfloor/MoreInfo/2_10_2_HowDiodeWorks.html). [Acedido em 18 9 2017].
- [40]- “Circuitos Integrados,” 2012. [Online]. Available: <https://www.electronica-pt.com/content/view/71/>. [Acedido em 5 5 2017].
- [41]- M. d. Reis, “Baú da Eletrônica,” 2013. [Online]. Available: <https://www.google.pt/search?biw=1366&bih=637&tbm=isch&q=transistor+simbolo&sa=X&ved=0ahUKEwjs76S84Y7XAhWHQBQKHUm6Dk4QhyYIJg#imgrc=bj205MnQnd-P1M:>. [Acedido em 19 2 2017].
- [42]- J. Matias, “<http://www.josematias.pt>,” 13 6 2013. [Online]. Available: <http://www.josematias.pt/eletr/o-que-e-o-tiristor/>. [Acedido em 22 3 2017].



- [43]- “<https://pt.wikipedia.org>,” 2017. [Online]. Available: <https://pt.wikipedia.org/wiki/TRIAC>. [Acedido em 17 7 2017].
- [44]- “Potentiometer as a Voltage Divider Chapter 3 - DC Circuits,” 2011. [Online]. Available: <https://www.allaboutcircuits.com/textbook/experiments/chpt-3/potentiometer-voltage-divider/>. [Acedido em 28 4 2017].
- [45]- “<http://www.comofazerascoisas.com.br>,” 2013. [Online]. Available: <http://www.comofazerascoisas.com.br/potenciometro-o-que-e-para-que-serve-e-como-funciona.html>. [Acedido em 25 5 2017].
- [46]- “[www.robotpark.com](http://www.robotpark.com),” [Online]. Available: [https://www.google.pt/search?q=dip+switch&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiZiKj1v5PXAhWGVRQKHWFChMQ\\_AUICigB&biw=1366&bih=637#imgrc=mW7d1xzlTOQVuM:](https://www.google.pt/search?q=dip+switch&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiZiKj1v5PXAhWGVRQKHWFChMQ_AUICigB&biw=1366&bih=637#imgrc=mW7d1xzlTOQVuM:). [Acedido em 14 8 2017].
- [47]- “<https://www.techopedia.com>,” [Online]. Available: <https://www.techopedia.com/definition/5661/dual-inline-package-switch-dip-switch>. [Acedido em 14 3 2017].
- [48]- “<https://en.wikipedia.org>,” [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Jumper\\_\(computing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Jumper_(computing)). [Acedido em 3 1 2017].
- [49]- “<http://www.ti.com>,” [Online]. Available: <http://www.ti.com/corp/docs/kilbyctr/jackbuilt.shtml>. [Acedido em 16 7 2017].
- [50]- J. N. d. Santos, “Condutores e Cabos de Energia,” Porto, 2005.
- [51]- L. P. d. Araújo, “Condutores e cabos elétricos,” 2014.
- [52]- BFT, Deimos AC A 600, Itália, 2016.
- [53]- BFT, ALPHA-ALPHA BOM, Itália, 2016.
- [54]- BFT, DEIMOS BT A 400/DEIMOS BT A 600, Itália, 2016.
- [55]- BFT, DEIMOS ULTRA BT A 400/DEIMOS ULTRA BT A 600, Itália, 2016.
- [56]- BFT, HAMAL, Itália, 2016.

- [57]- BFT, ICARO, Itália, 2016.
- [58]- BFT, LEO-D-MA, Itália, 2016.
- [59]- BFT, SP-3500, Itália, 2016.
- [60]- BFT, SIRIO TEL, Itália, 2016.
- [61]- BFT, PHOBOS AC 50, Itália, 2016.
- [62]- BFT, PHOBOS BT A 40, Itália, 2016.
- [63]- BFT, ALTAIR-P, Itália, 2016.
- [64]- BFT, LIBRA-C-MA, Itália, 2016.
- [65]- BFT, BOTTICELLI/EOS 120 VENERE, Itália, 2016.
- [66]- BFT, ARGO, Itália, 2016.
- [67]- BFT, VISTA SL, Itália, 2016.
- [68]- BFT, MOOVI 30-60-ALPHA BOM, Itália, 2016.
- [69]- BFT, GIOTTO 30-50 S BT, Itália, 2016.
- [70]- BFT, CLONIX1-2 MITTO 2-4 433MHz, Itália, 2016.
- [71]- BFT, CPEM, Itália, 2016.
- [72]- BFT, DESME A.15, Itália, 2016.
- [73]- BFT, EBP-EBP E, Itália, 2016.
- [74]- BFT, BAT KIT 1, Itália, 2016.
- [75]- BFT, B LTA R1/R2, Itália, 2016.